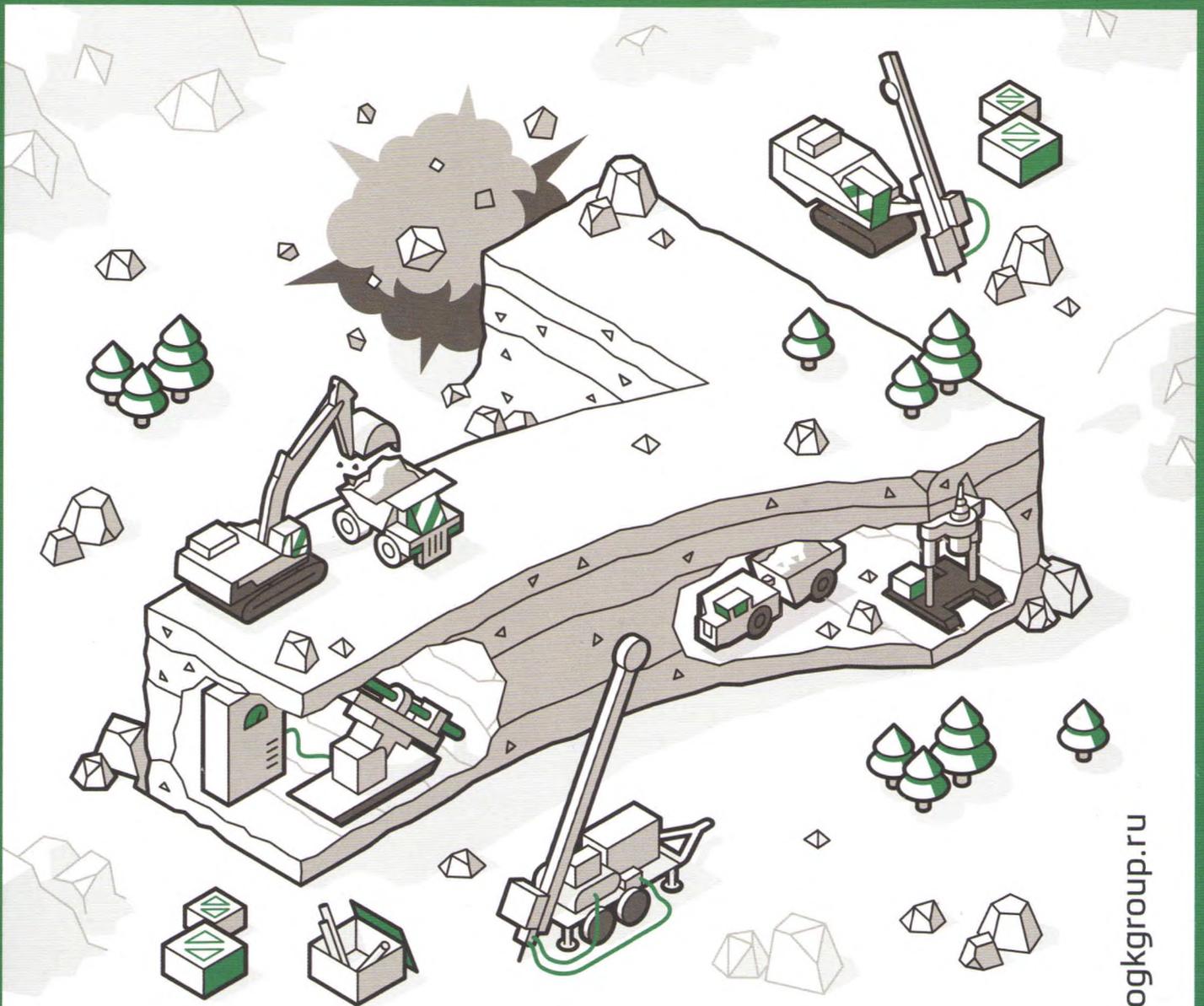


Горная ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

RUSSIAN MINING INDUSTRY JOURNAL № 2 / 2020



**СЕМЬ ГОРНО-СЕРВИСНЫХ
УСЛУГ ОТ «ОГК ГРУПП»**

Содержание:

- 8** В.Д. Грунь
Подвиги горняков России в годы Великой Отечественной войны незабываемы
- 12** **Новости**
- 13** **Календарь**
- 14** **Новые пути развития угольного машиностроения в Кузбассе**
- 18** **Горный инженер – это звучит гордо**
- 22** **Юбилей конструкторской службы БЕЛАЗа: следуя мировым тенденциям**
- А.М. Насковец
26 **Обзор серии карьерных самосвалов БЕЛАЗ грузоподъемностью 110-136 тонн**
- С.О. Боговик
30 **ГК «КАНЕКС»: Анализ российского рынка флотационных машин, используемых на углеобогадательных фабриках**
- В.А. Трифонов, А.П. Вержанский, А.В. Замрий, Р.А. Русецкий
36 **Актуальное состояние промышленной безопасности на производственных предприятиях**
- В.А. Крюков, А.Н. Токарев, А.Е. Севастьянова, Я.В. Крюков
45 **Российский нефтесервис – найти свою нишу**
- 54** **Горноспасательная машина MRV 9000 – совместная разработка экспертов DRÄGER и GOLDCORP с компанией PAUS**
- 58** **ООО «ЛокоТех-Сигнал»: Автоматизированная система управления локомотивной откаткой на подземных рудниках**
- 62** **Элементы бурового става для гидроперфораторных станков производства АО «Машиностроительный холдинг»**
- 66** **Sandvik: Цифровые технологии для оптимизации работы парка оборудования**
- А.Ф. Клебанов, М.Т. Валиев
68 **Выдающийся горный инженер Рудольф Цейдлер**
- 73** **Памяти А.В. Варичева**
- 73** **Памяти В.И. Грайфера**
- Оригинальные статьи**
- А.Ф. Клебанов, Д.Н. Сиземов, М.В. Кадочников
75 **Комплексный подход к удаленному мониторингу технического состояния и режимов эксплуатации карьерного автосамосвала**
- М.В. Рыльникова, Г.И. Айнбиндер, Е.Н. Есина
82 **Требования и факторы безопасной отработки месторождений колчеданных руд**
- А.С. Лисковец, В.П. Тациенко, А.А. Мешков
88 **Направления развития и совершенствования тампонажной крепи**
- А.Г. Нашатырев, Е.А. Заволокина, Л.В. Черепанова
94 **Новая технология в надежных руках: Опыт внедрения тампонажной крепи в ООО «УК Анжерская-Южная»**
- А.В. Новиков, К.В. Паневников, И.В. Писарев
99 **О применении индивидуальных газоанализаторов в шахте**
- Т.С. Морозова, В.В. Радьков, Г.А. Дудник, В.А. Тихонов
104 **Особенности процесса эмульгирования. Опыт использования коллоидного диспергатора**
- М.А. Соннов, А.Е. Румянцев, А.В. Трофимов, В.Б. Вильчинский
110 **Численное моделирование изменения напряженно-деформированного в процессе отработки месторождения в программном комплексе CAE Fidesys с использованием функции пошагового расчета**
- М.В. Рыльникова, С.В. Рыжов, Е.Н. Есина
115 **Особенности горно-геологических и горнотехнических условий освоения золоторудных месторождений Нижнеякобитского рудного поля**
- М.А. Перепелкин, В.В. Курбатова, В.И. Склянов, В.В. Тютюнин, М.В. Козлов
121 **Аппроксимация и преемственная интеграция экспериментальных данных обогащения янтара**
- Я.С. Ворошилов
125 **Многоуровневая модель компетентности работников в сфере безопасности труда**
- А.Г. Чеботарёв, И.Ю. Гибадулина, Н.С. Горячев
130 **Гигиеническая оценка физико-химических свойств рудничного аэрозоля. Профессиональная патология горнорабочих, обслуживающих самоходное дизельное оборудование**

Реклама:

АПРБ-Новосибирск, ООО	вклейка
НПФ «ГРАНЧ», ООО	103
ЕвроХим	вклейка
Магаданский механический завод, АО	35
Муфта Про, ООО	21
НПК «Механобр-техника», АО	21
СПК-Стык, ООО	13
FAMUR	29
Hexagon	53
Liebherr	17
SANDVIK	65

На обложке:

АО «ОГК Групп»; ООО «АЗОТТЕХ»; ООО Техстройконтракт»; PAUS

Contents:

- V.D. Grun'
- 8** Heroic Deeds of Russian Miners during the Great Patriotic War are Not to Be Forgotten
- 12** New
- 13** Calendar
- 14** New Development Ways for Coal Machine Building in Kuzbass
- 18** Mining Engineer! That has a Proud Sound!
- 22** Anniversary of BELAZ Design Office: Following the World Trends
- A.M. Naskovets
- 26** Overview of 110-136 Tons Series of BELAZ Mining Dump Trucks
- S.O. Bogovik
- 30** Analysis of Russian Market of Flotation Machines Used at Coal Processing Plants
- V.A. Trifonov, A.P. Verzhanskiy, A.V. Zamriy, R.A. Rusetskiy
- 36** Current State of Industrial Safety at Production Companies
- V.A. Kryukov, A.N. Tokarev, A.E. Sevastianova, Ya.V. Kryukov
- 45** Russian Oil Service: Searching for the Niche
- 54** MRV 9000 Mine Rescue Vehicle jointly developed by DRÄGER and GOLDCORP experts with PAUS
- 58** LocoTech-Signal LLC: Automated Control System of Locomotive Rolling in Underground Mines
- 62** Drill String Components for Hydraulic Rock Drills Manufactured by Machine-Building Holding JSC
- 66** Sandvik: Digital Technologies for Fleet Optimization
- A.F. Klebanov, M.T. Valiev
- 68** Rudolf Zeidler - a Prominent Mining Engineer

Original papers

- A.F. Klebanov, D.N. Sizemov, M.V. Kadochnikov
- 75** Integrated Approach to Remote Monitoring of Technical and Operating Conditions of Mine Dump Trucks
- M.V. Rylnikova, G.I. Aynbinder, E.N. Esina
- 82** Systematization of technological methods for prevention, containment and elimination of sulfides fire sources
- A.S. Liskovets, V.P. Tatsienko, A.A. Meshkov
- 88** Directions of development and improvement of grouting support
- A.G. Nashatyrev, E.A. Zavolokina, L.V. Cherepanova
- 94** The new technology is in good hands: Experience in the implementation of grouting at LLC «UK Anzherskaya-Yuzhnaya»



- A.V. Novikov, K.V. Panevnikov, I.V. Pisarev
- 99** Application of Individual Gas Analyzers in Underground Mines
- T.S. Morozova, V.V. Radkov, G.A. Dudnik, V.A. Tikhonov
- 104** Specific Features of Emulsifying Process. Experience of Colloid Disperser Application
- M.A. Sonnov, A.E. Rumyantsev, A.V. Trofimov, V.B. Vilchinsky
- 110** Numerical Modelling of Stress-and-Strain Behaviour of Deposit Deformed by Mining Operations Using Step-By-Step Calculation Function in the CAE Fidesys Software System
- M.V. Rylnikova, S.V. Ryzhov, E.N. Esina
- 115** Geological and Mining Features of Gold Deposits Development in Nizhneyakokitskoye Ore Field
- M.A. Perepelkin, V.V. Kurbatova, V.V. Tyutyunin, M.V. Kozlov
- 121** Approximation and Continuous Integration of Experimental Amber Processing Data
- Ya.S. Voroshilov
- 125** Multilevel Model of Employee Competence in Occupational Health and Safety
- A.G. Chebotarev, I.Yu. Gibadulina, N.S. Goryachev
- 130** Hygienic Assessment of Physical and Chemical Properties of Mine Aerosol. Occupational Pathology of Mine Technicians who Service Mobile Diesel Equipment

Advertising index:

АПРБ-Новосибирск, ООО	вклейка
НПФ «ГРАНЧ», ООО	103
ЕвроХим	вклейка
Магаданский механический завод, АО	35
Муфта Про, ООО	21
НПК «Механобр-техника», АО	21
СПК-Стык, ООО	13
FAMUR	29
Hexagon	53
Liebherr	17
SANDVIK	65

On the covers:

АО «ОГК Групп»; ООО «АЗОТТЕХ»; ООО Техстройконтракт»; PAUS

Направления развития и совершенствования тампонажной крепи

А.С. Лисковец¹, В.П. Тащиенко¹ ✉, А.А. Мешков²

¹ Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Российская Федерация

² АО «СУЭК-Кузбасс», г. Ленинск-Кузнецкий, Российская Федерация

✉ipeb@kuzstu.ru

Резюме: Увеличение протяженности капитальных горных выработок неустойчивых пород, проводимых в сложных горно-геологических условиях, привело к повышению трудоемкости крепления выработок и увеличению расхода металла на их изготовление. В статье приведен анализ применяемых видов крепи капитальных горных выработок. Показана схема взаимодействия тампонажной крепи с массивом окружающих горную выработку пород. Были проведены шахтные испытания применения тампонажной крепи с использованием армированного рукава, который выполняет роль опалубки для сооружения межрамной затяжки. В процессе испытаний представлена новая конструкция крепи и вариант ее усовершенствования с применением армированного рукава. Данная конструкция обеспечивает увеличение темпов возведения крепи в 2 раза, при этом уменьшается конвергенция вмещающих пород в 1,8–2,4 раза и увеличивается несущая способность крепи в 2,5–4,0 раза. Предлагаемая технология крепления обеспечивает забутовку закрепного пространства; снижает трудоемкость крепления; увеличивают темпы проходки; обеспечивает быстрый подпор вмещающих пород и заполнение закрепных пустот; исключает протечки тампонажного раствора; механизмирует процесс расклинки рам крепи; предупреждает куполообразование, при этом отпадает необходимость в последующей бетонировке (одевании в бетонную рубашку) закрепленной выработки.

Ключевые слова: рамная крепь, тампонаж, закрепное пространство, массив, межрамное ограждение, тампонажный слой, межрамная затяжка, тампонажная смесь, железобетонная затяжка, опалубка, армированный рукав, арматура, верхняк, армированное полотно, несущая способность

Для цитирования: Лисковец А.С., Тащиенко В.П., Мешков А.А. Направления развития и совершенствования тампонажной крепи. *Горная промышленность*. 2020;(2):88–93. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-2-88-93.

Directions of development and improvement of grouting support

A.S. Liskovets¹, V.P. Tatsienko¹ ✉, A.A. Meshkov²

¹ T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russian Federation

² SUEK-Kuzbass JSC, Leninsk-Kuznetsky, Russian Federation

✉ipeb@kuzstu.ru

Abstract: The increasing length of permanent workings driven in unstable rock mass and in complicated mining and geological settings has resulted in increased labour intensity of rock support as well as higher consumption of metal used for their manufacturing. This article analyses types of support used for permanent mine workings. The interaction pattern between the grouting support and the surrounding the rock mass is described. Underground trials of the grouting support were performed using a reinforced hose as lining to create inter-frame ties. As the result of this testing, a new rock support design was developed along with a way to further enhance it by using the reinforced hose. The new design secures a two-fold increase in the construction rates with the host rocks convergence reduced by 1.8–2.4 times and the rock support bearing capacity increased by 2.5–4.0 times. The proposed technology provides backfilling of the space behind the rock support; reduces the labour intensity of rock support; increases the face advance; provides rapid support of rocks and backfilling of cavities behind the rock support; eliminates leakages of the cement slurry; mechanizes the set blocking process; prevents doming which eliminates the need for subsequent shotcreting of the supported opening.

Keywords: frame shoring, plugging, clamping space, an array miranae fence, backfill layer, Mirana tightening, cement mix, concrete pipe, formwork, reinforced sleeve, fittings, roof bar, reinforced cloth, filtering ability

For citation: Liskovets A.S., Tatsienko V.P., Meshkov A.A. Directions of development and improvement of grouting support. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2020;(2):88–93. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2020-2-88-93.



Лисковец Александр Сергеевич – старший научный сотрудник, Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева



Тациенко Виктор Прокопьевич – доктор технических наук, Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева



Мешков Анатолий Алексеевич – кандидат технических наук, заместитель генерального директора – технический директор, АО «СУЭК-Кузбасс»

Введение

В связи с отработкой легкодоступных месторождений полезных ископаемых и увеличением глубины ведения горных работ возрастает объем капитальных горных выработок, проводимых в сложных горно-геологических условиях.

Увеличение протяженности капитальных горных выработок, проводимых в неустойчивых породах, за последние годы привело к повышению трудоемкости крепления выработок в 3,7 раза и увеличению расхода металла в 2 раза [1].

В зависимости от назначения, срока службы выработки и физико-механических свойств горных пород с учетом требований к крепи и крепежным материалам в настоящее время применяют металлические, монолитные, бетонные и железобетонные, набрызгбетонные и анкерные крепи. В угольной промышленности до настоящего времени основным видом крепи капитальных горных выработок является арочная металлическая рамная с железобетонной затяжкой¹.

Процесс возведения арочной металлической крепи в настоящее время наименее механизирован. Практика показывает, что в общих затратах труда и времени в проходческом цикле процесс крепления занимает до 60% в

зависимости от технологии и средств механизации горнопроходческих работ. Перетяжка боков и кровли выработок железобетонными затяжками составляет 50% общих затрат на крепление [2].

Конструкции межрамных ограждений, особенно широко распространенных железобетонных затяжек, весьма несовершенны. Процесс их возведения до сих пор не удается механизировать, поэтому установка межрамного ограждения производится вручную с большими затратами труда. Опыт применения железобетонной затяжки в различных горно-геологических условиях показывает, что ее можно использовать лишь при устойчивых боковых породах. При неустойчивых породах затяжка разрушается, в то время как крепежные рамы остаются в удовлетворительном состоянии [3]. В большей степени это-

му способствует то, что забутовка закрепного пространства не производится, так как нет на сегодня ни техники, ни технологии по выполнению этой процедуры.

С целью обеспечения надежной работы рамных крепей и повышения устойчивости горных выработок в сложных горно-геологических условиях в последние годы все в больших объемах применяется тампонаж закрепного пространства [4], но это весьма трудоёмкий и длительный процесс, требующий в случае применения железобетонной затяжки, тщательного пикотажа её зазоров либо применения специальной сборно-разборной опалубки на период затвердевания тампонажной смеси с последующей её перестановкой. Тампонаж – это трудоёмко, затратно, но зачастую это единственный способ обеспечить надежное и безремонтное поддержание капитальной горной выработки на весь срок её эксплуатации.

Сравнительный анализ применяемых типов крепи приведен в табл. 1.

Тампонаж

Основное назначение тампонажа – заполнение пустот закрепного пространства и улучшение условий работы крепи за счет более равномерного распределения нагрузки. Тампонажный раствор, после его затвердевания, образует дополнительную бетонную оболочку, увеличивающую несущую способность крепи. Кроме того, в процессе нагнетания в закрепное пространство, тампонажный раствор проникает в трещины приконтурного массива, упрочняя краевую его часть [5].

Упрочненная таким образом породная оболочка работает в системе сил, противодействующих горному давлению, совместно с крепью и затвердевшим тампонажным раствором, заполнившим закрепное пространство. Создается сложная комбинированная конструкция крепи с большой несущей способностью, которая уве-

Таблица 1
Сравнительный анализ применяемых типов крепи

Table 1
Comparative analysis of rock support types

Тип крепи	Расход крепежных материалов		Трудоемкость работ чел/смен	Стоимость возведения крепи, руб.
	бетон, раствор, м ³	металл, т		
Монолитная бетонная	3,10	–	2,79	129,37
Металлобетонная типа МПКА (арки СВП в бетоне), две рамы на 1 м	2,96	0,68	4,76	257,35
АКП-3 с тампонажем закрепного пространства, одна рама на 1 м	3,56	0,32	2,59	204,03

Источник: [1]

¹ ГОСТ Р 51748-2001. Крепи металлические податливые рамные. Крепь арочная. Общие технические условия. М.: 2001.

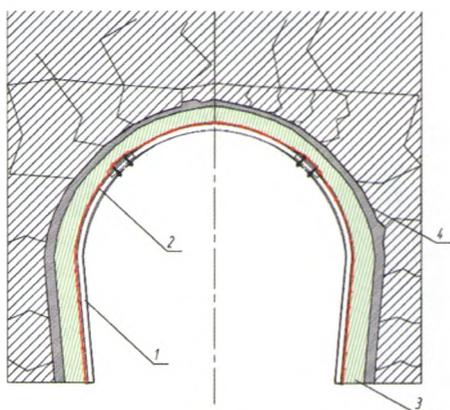


Рис. 1
Структура массива, прилегающего к крепи:
1 – рамная металлическая крепь из СВП; 2 – межрамная затяжка; 3 – тампонажный слой; 4 – зацементированная трещиноватая порода

Fig. 1
Structure of rock mass adjacent to the support:
1 – framed metal support made of the SVP profiled sections; 2 – interframe tie; 3 – backfill layer; 4 – grouted fractured rock mass

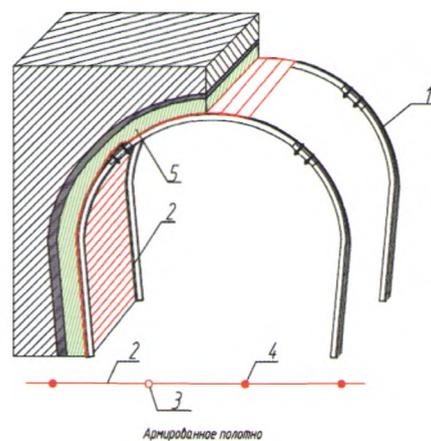


Рис. 2
Крепь горной выработки:
1 – рама металлической крепи из СВП; 2 – рулонное матерчатое армированное полотно; 3 – внутренние поперечные каналы в полотне; 4 – стержни из арматурной стали; 5 – бетонная оболочка

Fig. 2
Mine working support:
1 – metallic support frame made of the SVP profiled sections; 2 – rolled reinforced fabric; 3 – internal crosswise channels in the fabric; 4 – reinforced steel bars; 5 – concrete jacket

личивается в 2,5–4,0 раза по сравнению с забутовкой закрепных пустот породной мелочью [6; 7].

Тампонаж закрепного пространства, проведенный в течение одного месяца после проходки выработки, в 1,8–2,5 раза сокращает величину конечных смещений массива горных пород. При этом после окончания работ по тампонажу процесс развития смещений полностью прекращается [4].

Структура массива, прилегающего к крепи, изображена на рис. 1 и представляет собой сложную конструкцию, состоящую из рамной металлической крепи, межрамной затяжки, тампонажного слоя – бетонной оболочки зацементированной трещиноватой породы – упрочненного тампонажным раствором слоя краевой части массива [8].

Упрочнение массива горных пород в процессе тампонажа закрепных пустот за металлической арочной крепью позволяет увеличить расстояние между рамами крепи и обеспечивает экономию металла не менее чем на 40% [9].

Тампонаж закрепного пространства применяется не только для обеспечения устойчивости горных выработок, но и для повышения скорости их проведения, так как процесс приготовления тампонажного раствора и подачи его в закрепное пространство успешно механизирован, и широкое применение нашел при сооружении взрывоустойчивых перемычек в газовых угольных шахтах.

Техническая и экономическая несостоятельность применяемых в угольной промышленности рамных крепей и высокая трудоемкость их возведения обусловили поиск новых конструкций крепи, материалов и технологий для их возведения.

Тампонажная крепь

В результате авторами была разработана и предложена для внедрения новая конструкция крепи горной выработки (патент № 175401).

Техническим результатом изобретения является повышение прочности и скорости возведения крепи горной выработки.

Общий вид крепи горной выработки изображен на рис. 2.

Крепь горной выработки состоит из рам металлической крепи из спецпрофиля, рулонного матерчатого покрытия,

уложенного на рамы крепи, имеющего внутренние поперечные каналы, в которых расположены стержни из арматурной стали, слоя бетонной крепи между рамами и вмещающими породами [10].

Требования, предъявляемые к отдельным элементам тампонажной крепи, должны удовлетворять ТУ 32.99.59-001-82737173-2018.

Полотно

Вес полотна без арматуры – 140 г/м² (± 8%)

Ширина внутренних каналов – 20–25 мм (± 5%)

Расстояние между каналами – 0,145 м (± 5%)

Предел прочности при разрыве, не менее – 120 МПа

Прочность на растяжение:

– по основе, не менее – 1100 Н/5см

– по утку, не менее – 1300 Н/5см

Кислородный индекс, не менее – 28%

Материал должен быть трудногорючим.

Поверхностное электрическое сопротивление – не более 109 Ом

Температура плавления – 256 °С

Электростатические свойства – материал искробезопасный, исключает возможность накопления опасных зарядов статического электричества.

Арматурные стержни для армирования полотна и изделий из него необходимо применять из периодического профиля арматурной стали марки А300 (А500) диаметром 8–12 мм (в зависимости от ширины пролета и назначения изделия).

Цементная смесь для тампонажа должна обеспечивать:

– механизированный способ приготовления и транспортировки к месту укладки;

– время потери текучести не более 20 мин;

– время схватывания до 30 мин;

– прочность, равную прочности окружающих пород (3,5–8 МПа для выработок, проводимых по углю, 8–40 МПа для аргиллитов, алевролитов, трещиноватых песчаников и разрушенных пород при пересечении зон дестабилизированных нарушений).

Цементные смеси, применяемые для тампонажа, поставляются, как правило, расфасованными в мешки по 20–25

кг. Замешивание и перемещение готовых растворов к месту укладки производится насососмесительными агрегатами, имеющимися в достаточном ассортименте на рынке и рекомендованными производителем смесей для их применения.

Возведение тампонажной крепи начинается с установки рам металлической крепи из спецпрофиля, на которые укладывают армированное рулонное полотно, изготовленное из фильтрующей жидкой смеси материала.

В пространство между полотном и контуром выработки закачивают тампонажную смесь. Избыточное количество воды (жидкой фазы), придающее подвижность закачиваемому твердеющему материалу, отфильтровывается через армированное рулонное полотно, после чего тампонажный раствор затвердевает, образуя слой искусственного камня (бетона). Для исключения вытекания тампонажного раствора через торцевой зазор, последний перекрывается барьерным рукавом соответствующего размера (диаметром, равным перебору сечения до 350 мм, и длиной, равной периметру рамы крепи 10–15 м). При необходимости, для уплотнения торцевого зазора, используются распорные мешки. После заполнения закрепного пространства тампонажным раствором и потере его текучести работы по проведению горной выработки продолжают [11].

Рукав армированный

Дальнейшим развитием и совершенствованием тампонажной крепи явилось изобретение армированного рукава, выполняющего роль опалубки для возведения межрам-

ной затяжки непосредственно в забое (патент № 2702308, 2019 г.)

Рукав армированный (рис. 3) предназначен для использования вместо бетонной затяжки при креплении капитальных горных выработок металлической рамной крепью и представляет собой рукав необходимого диаметра, часть периметра которого армирована арматурными стержнями диаметром 8–12 мм длиной, равной расстоянию между рамами. Верхняя часть рукава сконструирована таким образом, что при заполнении рукава тампонажным раствором он может увеличиваться по толщине, для обеспечения полного контакта с вмещающими породами до 300 мм.

Армированный рукав используется как межрамная затяжка, а также в качестве расклинивающего соединения между породным массивом и рамной арочной крепью. Рукав армированный имеет по центру, а при необходимости и по бокам, клапаны для подачи в него тампонажного раствора. Поставляется в забой скатанным в рулон с двух сторон к середине.

Возведение крепи с применением армированного рукава

После установки рамы крепи осуществляется укладка армированного рукава по одному из трех вариантов в соответствии с рис. 3 и 4. Армированный рукав необходимо разместить на верхнем крае крепи таким образом, чтобы армированная сторона рукава была обращена к раме крепи, затем размотать вниз и надежно зафиксировать к раме крепи специально предусмотренными для этих целей ремнями (завязками). Клапан для заполнения армированного рукава должен располагаться на самой высокой точке верхнего края и быть направлен в сторону забоя (возможно наличие дополнительных клапанов на каждой из сторон рукава).

После выравнивания и фиксации армированного рукава к раме крепи приступают к его заполнению тампонажной смесью. После заполнения рукава тампонажной смесью до распора его до стенок и кровли выработки процесс крепления считается законченным.

По мере проходки забоя и возведения последующей рамы крепи цикл работ по установке армированного рукава повторяется. В случае наличия за крепью пустот более 300 мм следует применять для их заполнения распорные мешки соответствующих размеров, которые аналогично рукавам заполняются тампонажной смесью.

Результаты испытаний

В процессе проведения шахтных испытаний было проработано и предложено к внедрению несколько конструк-

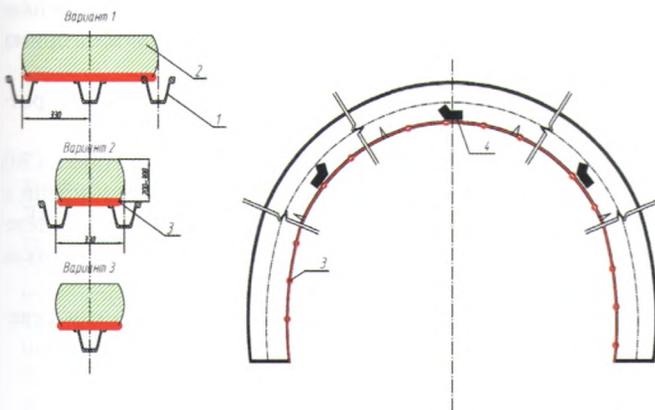


Рис. 3
Армированный рукав и варианты укладки: 1 – рамы крепи из СВП; 2 – армированный рукав, заполненный тампонажной смесью; 3 – арматура; 4 – клапан

Fig. 3
Reinforced hose and lay-out options 1 – SVP support frames; 2 – reinforced hose filled with backfill grout; 3 – steel bars; 4 – valve

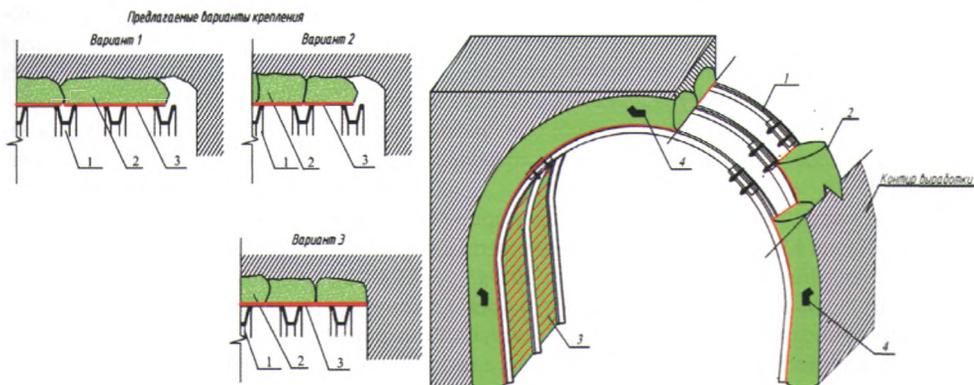


Рис. 4
Схема крепления: 1 – крепь из СВП; 2 – армированный рукав заполненный бетоном; 3 – арматура; 4 – клапан

Fig. 4
Support lay-out: 1 – SVP support frames; 2 – reinforced hose filled with concrete; 3 – steel bars; 4 – valve

тивных разновидностей армированного рукава и вариантов их использования.

Вариант 1. Ширина армирования равна расстоянию между двумя-тремя рамами крепи. Рекомендуется к применению при устойчивых породах кровли, когда допустимое время и площадь обнажения пород кровли в забое позволяют устанавливать 2–3 рамы крепи и укладку на них рукава шириной равной двум-трем шагам установки крепи (как правило, это возможно при плотности крепи 2–3 рамы на 1 м выработки).

Вариант 2. Ширина армирования равна расстоянию между двумя рамами. Рекомендуется применять при невозможности выполнить вариант 3 из-за того, что допустимое время обнажения пород кровли не позволяет установить две рамы крепи и требуется перетяжка кровли сразу после установки рамы крепи.

Вариант 3 необходимо применять при очень слабых быстрообрушающихся породах кровли, когда требуется насколько возможно сократить процесс крепления перетяжки и подпора кровли. Рукав применяется шириной армирования 25–33 см и укладывается только на одну (забойную) раму крепи, при этом обеспечивается перетяжка и подпор кровли с опережением забойной рамы на 0,3 шага крепи. Процесс заполнения такого узкого рукава, а соответственно и подпор вмещающих пород, занимает не более 15 мин.

Предлагаемая технология крепления армированным рукавом имеет следующие достоинства:

- обеспечивается предусмотренная проектом забутовка закрепного пространства;
- снижается трудоемкость крепления;
- увеличиваются темпы проходки;
- обеспечивается быстрый подпор вмещающих пород и заполнение закрепных пустот;
- исключаются протечки тампонажного раствора;
- механизмуется процесс расклинки рам крепи;
- предупреждается куполообразование;
- отпадает необходимость в последующей бетонировке (одевании в бетонную рубашку) закрепленной выработки, зачастую предусматриваемой проектировщиками для «проблемных» участков.

Все эти преимущества были подтверждены в процессе испытания и внедрения предложенной технологии приме-

нения тампонажной крепи с использованием армированного рукава в шахтных условиях.

Так, при проведении наклонного ствола с поверхности под углом 14 град, сечением в свету 25 м², при шаге крепи из СВП 27 равном 0,33 м выработка проводилась со скоростью 2 м (6 рам) в сутки, при переходе на шаг крепи 0,5 м скорость проведения увеличилась до 3 м (6 рам) в сутки и достигла 64 м в месяц при проектном значении 30 м в месяц. После перехода на шаг крепи 0,8 м за месяц было пройдено 75 м. При этом не было никаких замечаний от авторского надзора по забутовке и качеству расклинки рам крепи. На протяжении более чем двухсот пятидесяти метров проходки не наблюдалось ни одного случая возникновения куполов. Предусмотренное проектом «одевание» в бетон выработки на протяжении 34 м сокращено до 8 м. В забое исключён трудоёмкий процесс по подноске и укладке железобетонной затяжки.

Выводы

1. Конструкция крепи, состоящая из рам, армированного полотна, бетонной оболочки и зацементированной породы, увеличивает несущую способность крепи в 2,5–4 раза и экономии металла до 40%.

2. Тампонаж останавливает конвергенцию вмещающих пород и сокращает величину конечных смещений горных пород в 1,8–2,5 раза.

3. Тампонажная крепь проста в изготовлении, легко и быстро возводится, чем обеспечивается быстрый подпор вмещающих пород и, как следствие, исключение куполообразования.

4. Тампонажная крепь обеспечивает надежное крепление и безремонтное поддержание капитальных горных выработок на весь срок их эксплуатации.

5. Применение армированного рукава исключает протечки и снижает потери тампонажного раствора.

6. Исключается применение металлобетонной (арки СВП в бетоне) крепи, так как 30 см бетона за рамами крепи с распором в окружающие породы намного прочнее, надёжнее, безопаснее, чем 50 см бетона внутри рам крепи, никак с этими рамами не связанные.

7. Темпы проходки капитальных горных выработок сечением 25 м² достигли 75 м в месяц.

Список литературы

1. Бурков Ю.В., Хмяляйнен В.А., Франкевич Г.С. *Комбинированные инъекционные крепи*. Кемерово: Кузбасский гос. технический ун-т; 1999.
2. Росстальной Е.Б. Совершенствование технологии тампонажа закрепных пустот капитальных выработок угольных шахт: дисс. ... канд. техн. наук: 25.00.22. Кемерово; 2008.
3. Гамаюнов В.В., Друцко В.П., Гнездилов В.Г., Алферов Б.В., Шаповал Ю.С. О направлении развития технологии сооружения горизонтальных и наклонных горных выработок в сложных горно-геологических условиях. В: Булат А.Ф. (ред.) *Геотехническая механика*. Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2004. Вып. 51. С. 92–102. Режим доступ: <http://dspace.nbu.gov.ua/handle/123456789/87309>
4. Ирресбергер Х. Успехи техники заполнения закрепного пространства в выемочных штреках. *Глюкауф*. 1980;(14).
5. Тациенко В.П., Лисковец А.С., Саблин М.В. Увеличение несущей способности рамной крепи путем полного заполнения закрепного пространства тампонажным материалом. *Вестник Кузбасского государственного технического университета*. 2018;(2):45–52. DOI: 10.26730/1999-4125-2018-2-45-52.
6. Маттен В., Зеегер И., Цильэссен Х. Заполнение закрепного пространства штреков природным ангидритом. *Глюкауф*. 1980;(14):15–20.
7. Тациенко В.П., Гоголин В.А., Ермакова И.А., Лесин Ю.В., Лисковец А.С. Расчет крепи с учетом тампонажа закрепного пространства. *Вестник Кузбасского государственного технического университета*. 2019;(3):75–81. DOI: 10.26730/1999-4125-2019-3-75-81.
8. Демин В.Ф., Яворский В.В., Дехмина Т.В. Исследование напряжённого состояния приконтурного массива вокруг выемочных выработок в зависимости от влияния горно-технологических факторов. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2015;(7-2):196–200. Режим доступа: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=6992>.
9. Брайт Ф., Крае Ю. Заполнение пустот за рамами штрековой крепи методом Буллфлекс. *Глюкауф*. 1980;(13):12–17.

10. Тациенко В.П., Гоголин В.А., Ермакова И.А., Лесин Ю.В., Лисковец А.С. Постановка задачи расчета крепи с тампонажем закреплённого пространства. *Вестник Кузбасского государственного технического университета*. 2019;(3):68–74. DOI: 10.26730/1999-4125-2019-3-68-74.
11. Tatsienko V. P., Liskovets A. S., Sablin M. V. Increase of the frame support yield load by full filling of behind-anchoring space with grout material. In: *Proceedings of the 9th China-Russia symposium "coal in the 21st century: mining, intelligent equipment and environment protection. Qingdao, October 18–21, 2018*. Beijing: Atlantis Press; 2018. P. 164–167. DOI: 10.2991/coal-18.2018.30.

References

1. Brkrov Yu.V., Khamalyainen V.A., Frankevich G.S. *Combined injection supports*. Kemerovo: Kuzbass State Technical University; 1999. (In Russ.)
2. Rosstalnoy E.B. *Improving the technology of grouting of underground voids of capital workings of coal mines (Dissertation)*. Kemerovo; 2008. (In Russ.)
3. Gamayunov V.V., Drutsko V.P., Gnezdilov V.G., Alferov B.V., Shapoval Yu.S. On the development direction of technology of building horizontal and inclined underground workings in complex geological conditions. In: Bulat A.F. (ed.) *Geotechnical mechanics*. Dnepropetrovsk: IGTM National Academy of Sciences, 2004. Iss. 51, pp. 92–102. Available at: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/87309>. (In Russ.)
4. Irnberger X. The success of the technology filling in the clamping space in the excavation drifts. *Glyukauf*. 1980;(14). (In Russ.)
5. Tatsienko V.P., Liskovets A.S., Sablin M.V. Increase in the capacity of the frame support by full filling of the behind-anchoring space with backfill material. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2018;(2):45–52. (In Russ.) DOI: 10.26730/1999-4125-2018-2-45-52.
6. Matten V., Zeeger I., Tsilessen H. Filling of interstices in drifts with natural anhydrite. *Glyukauf*. 1980;(14):15–20. (In Russ.)
7. Tatsienko V.P., Gogolin V.A., Ermakova I.A., Lesin Yu.V., Liskovets A.S. Calculation of the support with filling of the space behind the support. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2019;(3):75–81. (In Russ.) DOI: 10.26730/1999-4125-2019-3-75-81.
8. Demin V.F., Yavorskiy V.V., Dekhmina T.V. Investigation of the stress state of the contour array around the excavation workings depending on the influence of mining and technological factors. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2015;(7-2):196–200. Available at: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=6992>. (In Russ.)
9. Brayt F., Krae Yu. Filling of interstices outside the frame of the drift lining by Bulflex method. *Glyukauf*. 1980;(13):12–17. (In Russ.)
10. Tatsienko V.P., Gogolin V.A., Ermakova I.A., Lesin Yu.V., Liskovets A.S. Formulation of the problem of calculation of the support with filling of the space behind the support. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2019;(3):68–74. (In Russ.) DOI: 10.26730/1999-4125-2019-3-68-74.
11. Tatsienko V. P., Liskovets A. S., Sablin M. V. Increase of the frame support yield load by full filling of behind-anchoring space with grout material. In: *Proceedings of the 9th China-Russia symposium "coal in the 21st century: mining, intelligent equipment and environment protection. Qingdao, October 18–21, 2018*. Beijing: Atlantis Press; 2018, pp. 164–167. DOI: 10.2991/coal-18.2018.30.

Информация об авторах

Лисковец Александр Сергеевич – старший научный сотрудник, Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Российская Федерация; e-mail: promsnab_kmr@mail.ru.

Тациенко Виктор Прокопьевич – доктор технических наук, Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Российская Федерация; e-mail: ipeb@kuzstu.ru.

Мешков Анатолий Алексеевич – кандидат технических наук, заместитель генерального директора – технический директор, АО «СУЭК-Кузбасс», г. Ленинск-Кузнецкий, Российская Федерация; e-mail: meshkovaa@suek.ru.

Information about the author

Alexander S. Liskovets – Senior Research Scientist, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russian Federation; e-mail: promsnab_kmr@mail.ru.

Victor P. Tatsienko – Dr.Sc. (Tech.), T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russian Federation; e-mail: ipeb@kuzstu.ru.

Anatoliy A. Meshkov – Cand.Sc. (Tech.), Deputy General Director – Technical Director, SUEK-Kuzbass JSC, Leninsk-Kuznetsky, Russian Federation; e-mail: meshkovaa@suek.ru.

Article info

Received: 10.03.2020

Revised: 23.03.2020

Accepted: 01.04.2020

Информация о статье

Поступила в редакцию: 10.03.2020

Поступила после рецензирования: 23.03.2020

Принята к публикации: 01.04.2020