

Новая технология в надежных руках: Опыт внедрения тампонажной крепи в ООО «УК Анжерская-Южная»

А.Г. Нашатырев ✉, Е.А. Заволокина, Л.В. Черепанова

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Российская Федерация
✉ipeb@kuzstu.ru

Резюме: В данной статье приведена характеристика южного наклонного конвейерного и вентиляционного стволов. Сотрудниками Института промышленной и экологической безопасности Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева предложено применять рукава армированные вместо железобетонной затяжки. Приведены порядок производства работ по возведению крепи с применением рукава армированного; технические характеристики цементной (тампонажной) смеси для заполнения рукава армированного; технические характеристики пенобетонного насоса для дозированной подачи тампонажного раствора; конструктивные параметры рукава армированного. Произведен хронометраж всего цикла работ по проходке южного наклонного конвейерного ствола. Выявлено, что тампонажная крепь с применением армированных рукавов является более совершенной конструкцией по сравнению с рамной арочной крепью в сочетании с железобетонной затяжкой. Внедрение технологии проходки выработок с применением тампонажной крепи на ООО «УК Анжерская-Южная» состоялось при активном и заинтересованном участии работников шахты.

Ключевые слова: южный наклонный конвейерный ствол, металлические стержни, закрепное пространство, рама крепи, запорный клапан, армированный рукав, тампонажная смесь, пенобетонный насос, шаг установки крепи, хронометраж

Для цитирования: Нашатырев А.Г., Заволокина Е.А., Черепанова Л.В. Новая технология в надежных руках: Опыт внедрения тампонажной крепи в ООО «УК Анжерская-Южная». *Горная промышленность*. 2020;(2):94–98. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-2-94-98.

The new technology is in good hands: Experience in the implementation of grouting at LLC “UK Anzherskaya-Yuzhnaya”

A.G. Nashatyrev ✉, E.A. Zavolokina, L.V. Cherepanova

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russian Federation
✉ipeb@kuzstu.ru

Abstract: This article describes the characteristic of the Southern inclined conveyor and ventilation shafts. The proposal of the employees of the KuzSTU Institute of industrial and environmental safety is to use reinforced hoses instead of iron-concrete tightening. The procedure for the construction of support using reinforced hoses. Technical characteristics of the cement (grouting) mixture for filling the reinforced hose. Technical characteristics of a foam-concrete pump for the metered supply of cement materials. Design parameters of the reinforced hose. The motion-time study for the entire cycle of work on the Southern inclined conveyor shaft sinking was done. It was found that the grouting mixture support with reinforced hoses is a worthy replacement for the framed arched support coupled with the iron-concrete tightening. Implementing of the technology for mine sinking with the use of the grouting mixture support at LLC "UK Anzherskaya-Yuzhnaya" took place with the intense and vivid participation of the mine personnel.

Keywords: southern inclined conveyor shaft, metal rods, mounting space, support frame, shut-off valve, reinforced hose, grouting mix, foam-concrete pump, support installation step, timing

For citation: Nashatyrev A.G., Zavolokina E.A., Cherepanova L.V. The new technology is in good hands: Experience in the implementation of grouting at LLC “UK Anzherskaya-Yuzhnaya”. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2020;(2):94–98. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2020-2-94-98.

Введение

Южные наклонные конвейерный и вентиляционный стволы проводятся по пласту XXVII в северо-восточном направлении под углами от -1 до -14° . На данном участке глубина расположения выработки составляет от 40 м до 95 м.

Пласт XXVII в районе проектируемого южного наклонного конвейерного ствола имеет преимущественно простое строение и состоит из одной угольной пачки штриховато-полосчатого, полуматового угля. Сопротивление угля одноосному сжатию составляет $G_{сж} = 105-110 \text{ кг/см}^2$. В верхней своей части, в 0,10–0,25 м от кровли, пласт содержит перемятую пачку угля мощностью 0,30–0,80 м, которая склонна к образованию вывалов угля, а затем и породы со стороны висячего борта выработки. Пласт XXVII по изменчивости мощности оценивается как относительно выдержанный. Его вынимаемая мощность колеблется в пределах 1,40–2,90 м и в среднем составляет 2,40 м.

Пласт XXVII является склонным к самовозгоранию, опасным по пыли, угрожаемым по горным ударам с глубины 220 м, опасным по внезапным выбросам угля, породы и газа метана с глубины 300 м от дневной поверхности. По газу метану шахта отнесена к опасной по внезапным выбросам угля и газа.

Южные наклонные конвейерный и вентиляционный стволы

Проектом предусмотрено проведение южного наклонного конвейерного ствола сечением 25 м^2 в свету комбайном КСП-35 и креплением рамной металлической арочной крепи КМП-АЗУ-3-25-27 с железобетонной затяжкой (рис. 1, 2, 3) [1].

Пространство между железобетонной затяжкой и вмещающими породами предполагалось забутить породной мелочью или затампонировать [2]. Средства и способ заполнения закрепного пространства в проекте не указаны.

В связи с этим руководство ООО «УК Анжерская-Южная» воспользовалось рекомендациями сотрудников Института промышленной и экологической безопасности Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачёва (ИПЭБ КузГТУ) о замене железобетонной

затяжки на рукав армированный, применение которого позволяет:

- быстро возводить межрамную затяжку;
- полностью заполнять закрепное пространство;
- обеспечивать надежную расклинку между рамами крепи и вмещающими породами.

В связи с изменением шага установки крепи с 0,33 м до 0,8 м были использованы рукава армированные PA14x320; PA14x500; PA14x640; PA14x800¹. Рукав армированный произведен из полимерного полотна длиной 14 м, часть периметра которого, прилегающая к рамам крепи, армирована металлическими стержнями диаметром 10–12 мм, длиной, равной шагу установки крепи. Установка стержней в армированный рукав производится с шагом 150 мм в ячейки, предусмотренные заводом-изготовителем полотна. Рукав армированный оснащен пятью клапанами (два по сторонам и один в центре) для подачи в него цементно-песчаной

¹ ТУ 32.99.59-001-82737173-2018. Изделия из огнестойкого антистатического полотна. Кемерово; 2018.

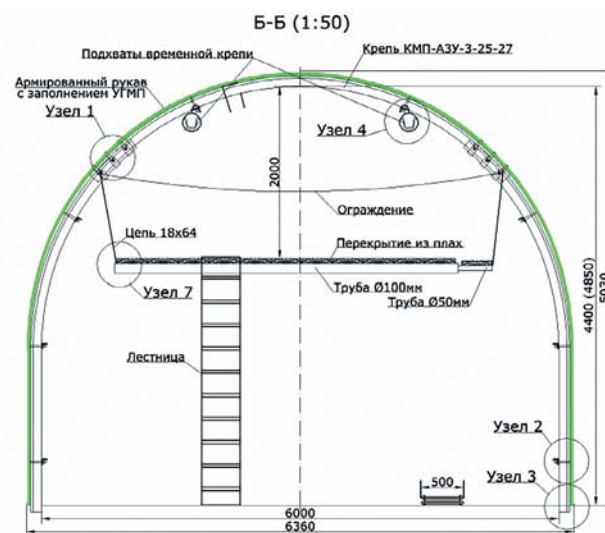


Рис. 1 Сечение южного наклонного конвейерного ствола

Fig. 1 Cross-section of the Southern inclined conveyor shaft

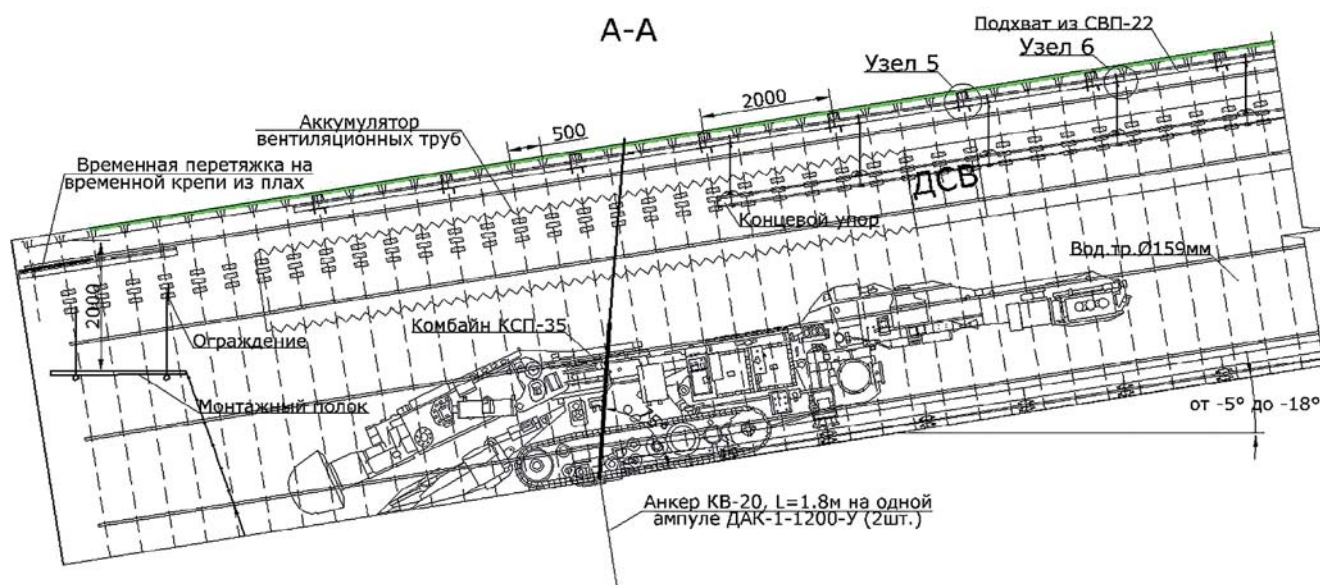


Рис. 2 Южный наклонный конвейерный ствол. Вид сбоку

Fig. 2 Side view of the Southern inclined conveyor shaft

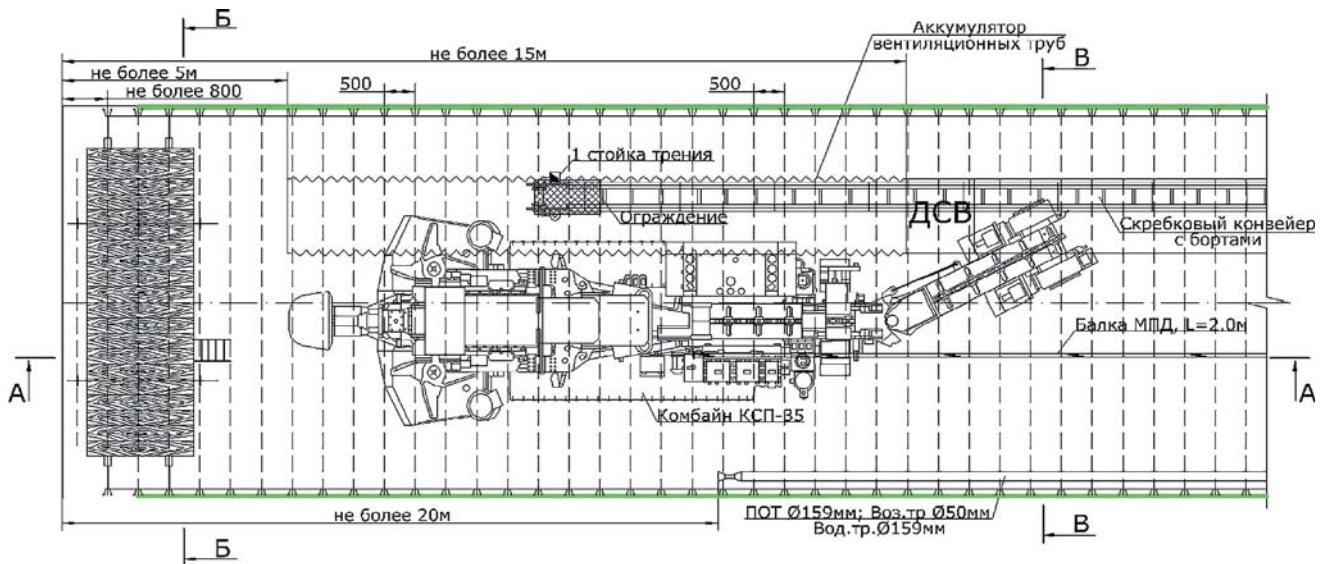


Рис. 3
Южный наклонный конвейерный ствол. Вид в плане

Fig. 3
Plan view of the Southern inclined conveyor shaft

(тампонажной) смеси. Рукав при заполнении тампонажной смесью увеличивается в объеме, заполняя закрепное пространство на расстояние до 35 см и обеспечивая распор между рамой крепи и окружающими породами, тем самым создавая единую монолитную конструкцию (рис. 4) [3].

Порядок производства работ по возведению крепи с применением рукава армированного

1. Для установки очередной рамы крепи производится выемка горной массы в забое выработки на расстояние, равное шагу установки крепи, определенному документацией по ведению горных работ.

2. После установки рам крепи осуществляется укладка рукава армированного по одному из трех вариантов в соответствии с рис. 4. Рукав армированный необходимо разместить на верхняке крепи, таким образом, чтобы армированная сторона рукава была обращена к раме, затем размотать вниз и надежно зафиксировать крепежными ремнями к раме крепи. Клапаны для подачи тампонажного раствора в рукав должны быть направлены в сторону забоя.

3. После выравнивания и фиксации рукава армированного к раме крепи необходимо приступить к его заполнению тампонажной смесью. Причем закачку рукава необходимо начинать через нижний клапан, перенося процесс подачи смеси в рукав с борта на борт, по мере подъема смеси до уровня клапана [4]. После заполнения рукава тампонажной смесью до распора его в бока и кровлю выработки необходимо выключить подающий насос, вынуть шланг из клапана рукава, исключив утечки раствора из рукава.

4. По мере проходки забоя и возведения последующей рамы крепи цикл работ по установке рукава армированного повторяется [3]. Для проведения испытаний были предложены три варианта укладки рукава (рис. 4). В процессе испытаний были использованы вариант 2 и вариант 3. В применении укладки рукава армированного по варианту 1 (для весьма неустойчивых пород кровли) не было необходимости.

Для заполнения рукава использовалась цементная смесь УГМ-П и УГМ-800 (табл. 1).

Для получения цементной смеси и дозированной подачи цементных материалов применялся пенобетонный насос НПБС-1 (табл. 2).

В процессе проведения испытаний в конструкцию рукава армированного были внесены изменения, которые существенно облегчили работу с ним, а именно:

- был увеличен объем рукава с возможностью заполне-

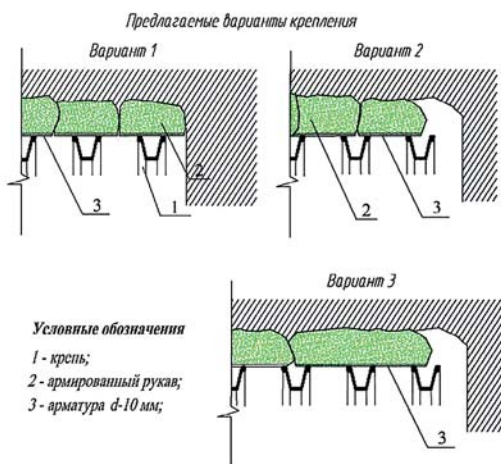


Рис. 4
Варианты укладки рукава

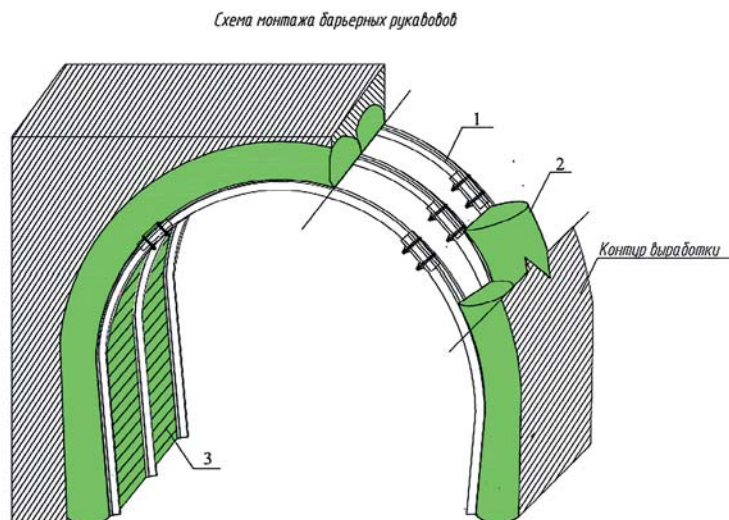


Fig. 4
Hose lay-out options

Таблица 1
Технические характеристики цементных смесей «УГМ-П» и УГМ-800

Table 1
Technical specifications of the UGM-P and UGM-800 cement mixtures

Наименование характеристики	УГМ-П	УГМ-800
Насыпная плотность смеси, не более, кг/м ³	1200	
Адгезивная прочность на контакте с углем и породой, МПа		0,64
Время потери текучести, не более, мин	5,0–7,0	10,0
Предел прочности на сжатие, не менее, МПа 1 сутки 28 суток	7,0 20,0	10,0
Предел прочности на изгиб, не менее, МПа 1 сутки	4,5	3,5
Расход сухой смеси, не более, кг/м ³	1000–1050	800–850
Соотношение воды и цементной смеси	0,47–0,5	0,5

Таблица 2
Технические характеристики пенобетонного насоса НПБС-1

Table 2
Technical specifications of the NPBS-1 foam concrete pump

Наименование характеристики	Показатель
Производительность, м ³ /ч	До 15
Подача порошка, кг/ч медленная быстрая	1500 2250
Дальность подачи раствора, м горизонтальная вертикальная	До 300 До 80
Габариты (длина×ширина×высота), мм	3240×610×905
Мощность электродвигателя, кВт	11
Напряжение, В	380/660; 660/1140
Расход воды, л/мин	100
Масса, кг	800
Условный диаметр напорного трубопровода (шланги), мм	25...32
Уровень звуковой мощности, дБ А	82

ния закрепного пространства до 35 см по периметру рамы крепи;

- предусмотрены ремни через 1 м по бокам рукава для фиксации к рамам крепи перед заполнением рукава тампонажным раствором;

- увеличены число клапанов и их конструктивные размеры;

- внесены предложения в технологию укладки и заполнения рукавов.

За период проведения испытаний с октября 2019 г. по март 2020 г. был пройден и закреплен тампонажной крепью южный наклонный конвейерный ствол на длину более 290 п.м:

- октябрь 2019 г. – 20 м – шаг установки крепи 0,33 м (рукав 0,32 м);

- ноябрь 2019 г. – 23 м – шаг установки крепи 0,33 м (рукав 0,32 м и 0,64 м);

- декабрь 2019 г. – 56 м с разделкой сопряжения – шаг установки крепи 0,5 м (рукав 0,5 м);

- январь 2020 г. – 56 м с разделкой сопряжения – шаг установки крепи 0,5 м (рукав 0,5 м);

- февраль 2020 г. – 65 м – шаг установки крепи 0,5 м (рукав 0,5 м);

- март 2020 г. – 70 м – шаг установки крепи 0,8 м (рукав 0,8 м с арматурой 12 мм).

План на апрель 2020 г. – 75 м – шаг установки крепи 0,8 м (рукав 0,8 м с арматурой 12 мм).

В период перехода с шага установки крепи с 0,5 м на 0,8 м сотрудниками шахты был проведен хронометраж всего цикла работ по проходке данной выработки. В результате исследований было выявлено, что время на проведение всего цикла работ, связанных с проведением, креплением, устройством рабочего полка, укладкой с последующей закачкой рукава армированного составляет 5 ч. Непосредственно укладка рукава на рамы занимает 22 мин, заполнение рукава тампонажной смесью (3,6 т) – 129 мин. При четырехсменном режиме работы шахты с учетом непредвиденных работ темпы проходки данной выработки в подобных условиях составили 70 м/мес.

Тампонажная крепь с применением рукавов армированных является более совершенной конструкцией по сравнению с рамной арочной крепью в сочетании с железобетонной затяжкой. Данная технология достойна широкого применения и на других шахтах при проходке капитальных горных выработок.

Заключение

Внедрение технологии проходки выработок с применением тампонажной крепи на ООО «УК Анжерская-Южная» состоялось при активном и заинтересованном участии работников шахты, а именно: Ломтева Виталия Анатольевича – бригадира проходческой бригады, Емельянова Александра Николаевича – начальника участка, проходчиков и инженерно-технических работников участка № 4, которые в кратчайшие сроки освоили новую технологию и в процессе применения рукавов армированных внесли изменения в их конструкцию, технологию укладки и заполнения тампонажным раствором, что существенно повысило эффективность их применения. Главным инженером Ищенко Константином Александровичем и директором по перспективному развитию Черноусовым Петром Андреевичем ООО «УК Анжерская-Южная» оперативно были внесены необходимые коррективы в технологическую документацию на проведение промышленных испытаний, что позволило в кратчайшие сроки применить данную технологию. Хотелось бы отметить оперативную работу дирекции по снабжению ООО «УК «Анжерская-Южная» (директор Ажиганич Сергей Владимирович), благодаря её слаженной работе не было срыва по поставке армированных рукавов проходческой бригаде. Особую роль взял на себя генеральный директор ООО «УК Анжерская-Южная» – Чертыл Андрей Дмитриевич, который, руководствуясь богатым опытом горного инженера, увидел перспективу применения данной технологии на руководимом им предприятии и взял на себя все риски ее внедрения. Всем им выражаем огромную благодарность за блестящее проведение промышленных испытаний и внедрение новой технологии в производство.

В результате совместных усилий бригадой пройдено 290 м южного наклонного конвейерного ствола, на всем протяжении выработки не допущено возникновения куполов. Темпы проведения капитальной горной выработки сечением 25 м² достигли 70 м/мес готовой выработки. В забое исключены процессы доставки, укладки и расклинки железобетонной затяжки.

Данная технология позволила практически отказаться от применения трудоёмкой и дорогостоящей техноло-



Рис. 5
Проходчики во время
крепления

Fig. 5
Shaft miners during the
support erection-section of
the Southern inclined
conveyor shaft



Рис. 6
Готовая выработка

Fig. 6
Completed mine support

гии возведения железобетонной крепи при проведении южного наклонного конвейерного ствола в ослабленных вмещающих горных породах, в районе примыкания участка выработки, проводимого подземным способом, к участку выработки, закрепленному в траншее монолитным железобетонном.

Технология принята, освоена коллективом проходчиков и рекомендуется к широкому применению (см. фото с УК «Анжерская-Южная»).

Список литературы

1. Тациенко В.П., Гоголин В.А., Ермакова И.А., Лесин Ю.В., Лисковец А.С. Постановка задачи расчета крепи с тампонажем закрепного пространства. *Вестник Кузбасского государственного технического университета*. 2019;(3):68–74. DOI: 10.26730/1999-4125-2019-3-68-74.
2. Маттен В., Зеегер И., Цильэссен Х. Заполнение закрепного пространства штреков природным ангидритом. *Глюкауф*. 1980;(14):15–20.
3. 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.
4. 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.

References

1. 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.
2. Matten V., Zeeger I., Tsiellessen H. Filling of interstices in drifts with natural anhydrite. *Glyukauf*. 1980;(14):15–20. (In Russ.)
3. 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.
4. 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.

Информация об авторе

Нашатырев Андрей Германович – старший научный сотрудник Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Российская Федерация; e-mail: ipeb@kuzstu.ru.

Заволокина Елена Александровна – научный сотрудник Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Российская Федерация.

Черепанова Лариса Владимировна – научный сотрудник Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Российская Федерация.

Информация о статье

Поступила в редакцию: 01.04.2020
Поступила после рецензирования: 10.04.2020
Принята к публикации: 15.04.2020

Information about the author

Andrey G. Nashatyrev – Senior Research Scientist, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russian Federation; e-mail: ipeb@kuzstu.ru.

Elena A. Zavolokina – Research Scientist, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russian Federation.

Larisa V. Cherepanova – Research Scientist, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russian Federation.

Article info:

Received: 01.04.2020
Revised: 10.04.2020
Accepted: 15.04.2020