

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОХРАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ОБЛЕГЧЁННЫХ ДЕРЕВЯННО-БЕТОННЫХ БЛОКОВ

Б.Б. Луганцев, А.И. Чавкин, Шахтинский научно-исследовательский и проектно-конструкторский угольный институт (ООО «ШахтНИУИ»), г. Шахты, Россия;

Ю.В. Турук, Шахтинский институт (филиал) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова», г. Шахты, Россия;

А.А. Белодедов, С.О. Версильов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова», г. Новочеркасск, Россия

Аннотация: В статье приведены результаты исследований эффективности применения охранных конструкций из облегченных блоков деревянно-бетонных. Применение на шахтах российского Донбасса различных видов охранных конструкций не обеспечивало удовлетворительное состояние охраняемых выработок. В связи с этим ШахтНИУИ был разработан блок деревянно-бетонный (БДБ). Первоначально приняты к серийному производству БДБ со стальной обоймой толщиной 2,0 мм. Рост цен на металл привел к появлению предложения о снижении толщины стальных обойм БДБ с 2,0 до 1,5 мм. Стендовые испытания тумб из БДБ с толщиной обойм 1,5 мм были проведены в апреле 2023 года. Тумбы из БДБ с толщиной обойм 2,0 мм были испытаны ранее, в декабре 2015 года. Уменьшение толщины стальных обойм с 2,0 до 1,5 мм привело к росту податливости БДБ. Во время шахтных испытаний установлено, что достижение относительной податливости тумб из БДБ с толщиной обоймы 1,5 мм, при которой начнутся разрывы обойм, может произойти через 1,46 года при остаточном сроке эксплуатации штрека 6,3 года. Экономия средств на изготовлении БДБ может увеличить расходы на поддержание выработок за счет необходимости их перекрепления.

Ключевые слова: блок деревянно-бетонный, охранный конструкция, деформационно-силовая характеристика, экономическая эффективность.

Для цитирования: Луганцев Б.Б., Чавкин А.И., Турук Ю.В., Белодедов А.А., Версильов С.О. Оценка эффективности применения охранных конструкций из облегченных деревянно-бетонных блоков // Маркшейдерия и недропользование. 2024. №1. С. 39-49. DOI: 10.56195/20793332_2024_1_39_49.

EVALUATION OF EFFECTIVENESS OF THE USE OF SECURITY STRUCTURES MADE OF LIGHTWEIGHT WOODEN-CONCRETE BLOCKS

B.B. Lugancev, A.I. Chavkin, Limited Liability Company «Shakhty Research and design and engineering Coal Institute» (LLC «Shakhtniui»), Shakhty, Russia;

J.V. Turuk, Shakhty Institute (branch) Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «South Russian State Polytechnic University (NPI) named after M.I. Platov», Shakhty, Russia;

A.A. Belodedov, S.O. Versilov, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «South Russian State Polytechnic University (NPI) named after M. I. Platov», Novocherkassk, Russia

Abstract: The article presents the results of research on the effectiveness of the use of guard structures made of lightweight wooden-concrete blocks. The use of various types of guard structures in the mines of the Russian Donbass did not provide a satisfactory condition of the protected workings. In this regard, a wooden-concrete block (BDB) was developed by Shakhtniui. Initially, BDB with a 2.0 mm thick steel clips were trial and accepted for serial production.

The increase in metal prices led to the appearance of a proposal to reduce the thickness of BDB steel clips from 2.0 to 1.5 mm. Bench tests of bollards made of BDB with a thickness of 1.5 mm clips were carried out in April 2023. Bollards made of BDB with 2.0 mm thick clips were trials earlier in December 2015. Reducing the thickness of the steel clips from 2.0 to 1.5 mm led to an increase in the malleability of the BDB. At the mine place of testing, the achievement of relative compliance of the bollards made of BDB with a 1.5 mm clip thickness, at which the clips will begin to rupture, may occur in 1.46 years with a residual service life of 6.3 years. Saving money on the manufacture of BDB can increase the cost of guard by re-anchoring the workings. Cost savings on the manufacture of BDB can increase the cost of maintaining workings due to the need to re-anchor it.

Keywords: wooden-concrete block, guard structure, deformation-force characteristic, economic efficiency.

For citation: Lugancev B.B., Chavkin A.I., Turuk J.V., Belodedov A.A., Versilov S.O. Evaluation of effectiveness of the use of security structures made of lightweight wooden-concrete blocks. Surveying and subsoil use. 2024;(1): 39-49. DOI: 10.56195/20793332_2024_1_39_49.

Применение на шахтах российского Донбасса различных видов деревянных и бетонных охранных конструкций (деревянных оградных рядов, кустов, бутокостров, накатных костров, тумб из железобетонных блоков) не обеспечивало удовлетворительного состояния охраняемых выработок [1-5].

В связи с этим ШахтНИИУИ был разработан блок деревянно-бетонный (БДБ) (Блоки деревянно-бетонные БДБ 00.000). Технические требования. Шахты: ШахтНИИУИ, 1998. 8 с.) (рис. 1), который представляет собой цилиндр, состоящий на 70-85 % из отрезков круглого леса диаметром 8-16 см в тонкостенной стальной обойме с заполнением пустот внутри обоймы песчано-цементным раствором (Блоки деревянно-бетонные БДБ. Технические условия ТУ 4173.001. 00173931-2002. Ростовуголь. Шахты, 2002. 23 с).

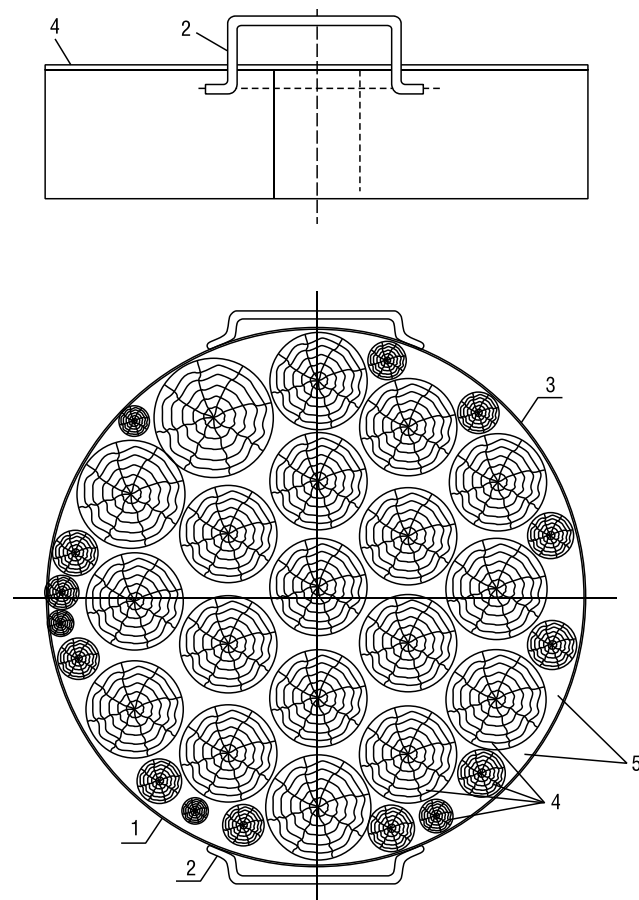


Рис. 1. Блок деревянно-бетонный: 1 - стальная обойма; 2 - ручка; 3 - стяжки; 4 - деревянные стойки; 5 - мелкозернистый бетон

Fig. 1. Wooden-concrete block: 1 - steel cage; 2 - handle; 3 - ties; 4 - wooden racks; 5 - fine-grained concrete

Были определены оптимальные конструктивные параметры БДБ [6] и приняты для серийного производства БДБ со стальной обоймой толщиной 2,0 мм. Опыт шахтной эксплуатации позволил уточнить технологию возведения из них охранных конструкций [7, 8].

Объем применения охранных конструкций из тумб БДБ возрастал за счет отказа от ранее применявшихся охранных конструкций. Рост цен на металл привел к появлению предложения о снижении толщины стальных обойм БДБ с 2,0 до 1,5 мм. По заказу шахты была разработана конструкторская документация на блоки деревянно-бетонные с толщиной обойм 1,5 мм.

Результаты испытаний блоков с различной толщиной обоймы

Стеновые испытания тумб из БДБ с толщиной обойм 1,5 мм были проведены в апреле 2023 года. Тумбы из БДБ с толщиной обойм 2,0 мм были испытаны в декабре 2015 года.

Усредненные деформационно-силовые характеристики тумб, полученные в результате стеновых испытаний, представлены на рисунке 2, а их основные результаты – в таблице 1.

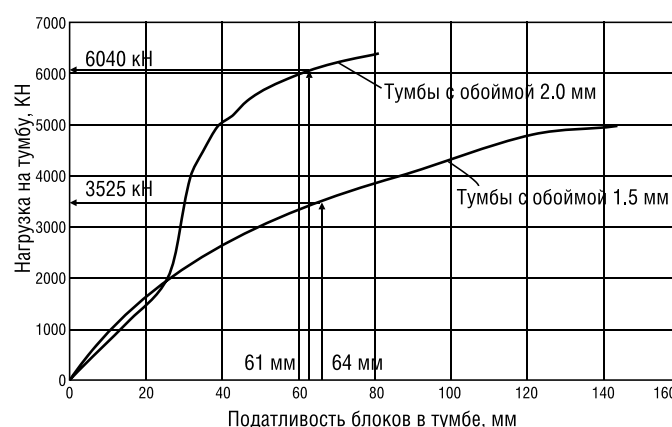


Рис. 2. Деформационно-силовые характеристики тумб из блоков с толщиной обоймы 2,0 и 1,5 мм

Fig. 2. Deformation-force characteristics of bollards made of blocks with a thickness cage of 2.0 and 1.5 mm

Усилия нагружения, создаваемого стендом (до 5 500 кН), было недостаточно для разрушения тумб из БДБ с толщиной обойм 2,0 мм. Поэтому участок деформационно-силовой характеристики при нагрузке более 5 500 кН построен методом экстраполяции.

Тумба из БДБ с толщиной обоймы 1,5 мм начинала разрушаться при нагрузке 4 891 кН.

На рисунке 2 отмечены значения податливости тумб из БДБ, соответствующие 6 % суммарной высоты блоков в тумбе. Они составляют 61 мм и 64 мм соответственно для тумб из блоков с толщиной обойм 2,0 и 1,5 мм. Разница значений обусловлена разницей в высоте тумб из БДБ, которые использовались при стеновых испытаниях.

Как видно из рисунка 2, деформационно-силовые характеристики тумб из БДБ толщиной 2,0 и 1,5 мм существенно различны. Уменьшение толщины стальных обойм с 2,0 до 1,5 мм привело к росту податливости блоков.

Сравнение результатов стендовых испытаний тумб из деревянно-бетонных блоков/
Comparison of the results of bench tests of bollards from wooden-concrete blocks

Дата проведения испытаний	Толщина обоймы, мм	Податливость тумбы при достижении 6 % податливости блоков, мм	Нагрузка при достижении 6 % податливости блоков, кН	Разрушающая нагрузка, кН
08.12. 2015	2,0	61	6 040	>6 040
04.04.2023	1,5	64	3 525	4 891

Шахтные испытания тумб из БДБ с толщиной обойм 1,5 мм проводились в штреке негасовой шахты, разрабатывающей одиночный антрацитовый пласт на глубине 919-923 м. В каждой тумбе охранной конструкции было по 10 БДБ.

Вынимаемая мощность пласта на участке испытаний не многим более 1,5 м. Угол падения – 8-10°. Гипсометрия пласта умеренно волнистая с развитием мелкой пликативной складчатости вдоль линии простираения пласта.

Над пластом залегает песчаный сланец мощностью не менее 8,0 м и прочностью на одноосное сжатие 80-105 МПа. Выше расположен песчаник мощностью до 13,9 м и прочностью на одноосное сжатие 100-120 МПа.

Кровля штрека относится по действующей «Инструкции по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах» (Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах». – Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, приказ от 19 ноября 2020 года № 448) ко II типу по обрушаемости, ко II классу пород по устойчивости (средней устойчивости). Характеристика основной кровли по нагрузочным свойствам – средняя (по классификации ВНИМИ).

Непосредственная почва пласта представлена песчано-глинистым и песчаным сланцами прочностью на одноосное сжатие 40-60 МПа, не пучащими вне зон влияния очистных работ. В основной почве – крепкий песчаник мощностью от 15 до 25 м.

На некоторых участках штрека песчаник основной кровли приближается к пласту вплоть до полного выклинивания сланцев непосредственной кровли, что приводит к существенному росту нагрузок на крепь и охранные конструкции.

Оценка эффективности применения блоков с различной толщиной обоймы

Исследования смещений пород кровли на участке шахтных испытаний БДБ показали, что после завершения активных проявлений горного давления за лавой на момент завершения испытаний (через 48 суток после прохождения очистного забоя или 120 м за лавой) скорость смещения пород кровли составляла 2,3 мм/сут. Смещения пород кровли продолжились и после завершения активных проявлений горного давления (рис. 3), но с существенно меньшей постоянно уменьшающейся скоростью, величину которой можно определить по формуле

$$v = 427,22 \cdot t^{-1,367}, \text{ мм/сут,}$$

где t – время поддержания штрека за линией очистного забоя ($t \geq 48$), сут.

Остаточный срок эксплуатации штрека по плану горных работ составляет 6,3 года.

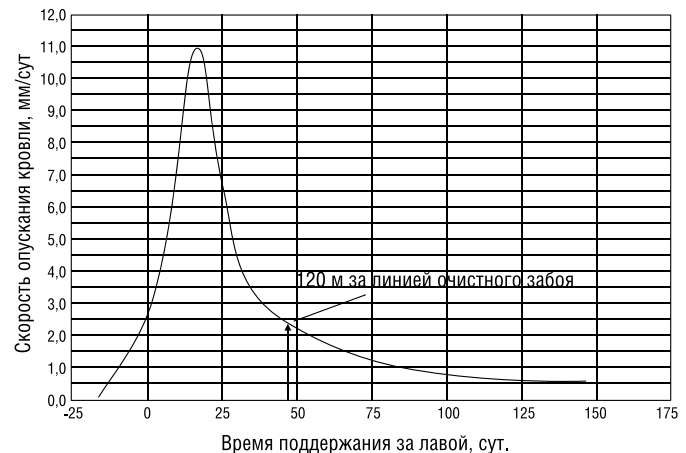


Рис. 3. Зависимость скорости опускания пород кровли на участке испытания деревянно-бетонных блоков от времени поддержания

Fig. 3. Dependence of the rate of lowering of roof rocks at the site of the wooden-concrete blocks test on the maintenance time

Дополнительные смещения пород кровли от момента завершения испытаний до завершения срока эксплуатации штрека удоп можно получить путем вычисления интеграла скорости опускания пород по времени:

$$u_{доп} = \int_{t=48}^{t=T} 427,22 \cdot t^{-1,367}, \text{ мм,}$$

где T – срок эксплуатации штрека от момента завершения испытаний, сут.

Податливость блоков БДБ в тумбе меньше смещений кровли за счет смятия деревянных прокладок у кровли. Полная податливость тумбы равна величине смещений кровли [9, 10, 12].

По данным шахтных испытаний, податливость БДБ в тумбе составила в среднем 0,441 общей податливости тумбы.

Результаты расчета податливости БДБ в тумбах охранных конструкций при различных сроках поддержания штрека приведены в таблице 2.

Средняя податливость БДБ в тумбах охранных конструкций к моменту завершения шахтных испытаний составляла 6,2 %, а среднее значение податливости БДБ, при котором начинаются разрывы стальных обойм толщиной 1,5 мм по данным стендовых испытаний, составило 10,9 %.

В соответствии с расчетом (табл. 2) на участке шахтных испытаний достижение податливости тумб из блоков БДБ,

Таблица 2 / Table 2

Результаты расчета податливости деревянно-бетонных блоков с толщиной обоймы 1,5 мм в тумбах при различных сроках поддержания штрека/
The results of calculating the pliability of wooden-concrete blocks with a 1.5 mm cage thickness in bollards at different periods of drift maintenances

Срок поддержания Т, лет	Дополнительные смещения кровли после завершения испытаний, мм	Дополнительная податливость блоков после завершения испытаний, мм	Суммарная податливость блоков, мм	Относительная податливость блоков, %
1,13	154	68	164	10,6
1,46	165	73	169	10,9
2,13	180	79	175	11,3
4,13	202	89	185	12,0
6,30	214	94	190	12,3

при которой начались разрывы стальных обойм при стендовых испытаниях, произойдет через 1,46 года.

На участках штрека с песчаником в непосредственной кровле разрыв стальных обойм БДБ толщиной 1,5 мм может начаться значительно раньше.

Разрыв стальных обойм существенно снижает несущую способность охранной конструкции, что приведет к уменьшению сечения штрека.

Можно прогнозировать необходимость перекрепления штрека на участке шахтных испытаний в период использования [11, 13-15].

Если для расчета взять характеристики тумб из БДБ с толщиной обоймы 2,0 мм, то при сохранении плотности установки можно прогнозировать снижение смещений пород кровли [16].

Снижение податливости тумб из БДБ можно оценить исходя из графиков нагружения, представленных на рисунке 2. При достижении тумбой из БДБ с толщиной обоймы 1,5 мм уровня податливости блоков в 6,2 % суммарная податливость ее блоков составляет 64 мм. При этой же нагрузке (3 550 кН) податливость тумбы из БДБ с толщиной обоймы 2,0 мм составила 31 мм, то есть примерно в два раза меньше.

Если ориентироваться на установленное ВНИМИ [17] соотношение между ростом сопротивления крепи и уменьшением смещений кровли выработки, то можно принять скорость смещений кровли на момент завершения активных

смещений на участке шахтных испытаний при применении в охранной конструкции тумб из БДБ с толщиной обоймы 2,0 мм, равной 1,7 мм/сут.

Скорость смещений кровли в последующие периоды определится по формуле

$$v = 337,9 \cdot t^{-1,367}, \text{ мм/сут.}$$

Формула для вычисления дополнительных смещений пород кровли от момента завершения испытаний до завершения срока эксплуатации штрека удоп примет вид:

$$u_{\text{доп}} = \int_{t=48}^{t=T} 337,9 \times t^{-1,367}, \text{ мм.}$$

Результаты расчета податливости тумб из БДБ с толщиной обоймы 2,0 мм при различных сроках поддержания штрека приведены в таблице 3.

В течение срока службы штрека на участке шахтных испытаний не была бы достигнута относительная величина податливости, при которой произошел бы разрыв обойм БДБ толщиной 2,0 мм. Не была бы она достигнута и при значительно больших сроках поддержания штрека.

В настоящее время для охраны штрека расход БДБ с толщиной обоймы 1,5 мм составляет 27 шт/м.

Если бы вместо БДБ с толщиной 1,5 мм для охраны штрека использовались БДБ с толщиной обоймы 2,0 мм, то для

Таблица 3 / Table 3

Результаты расчета податливости тумб из деревянно-бетонных блоков с толщиной обоймы 2,0 мм в тумбах при различных сроках поддержания штрека/
The results of calculating the pliability of bollards made of wooden-concrete blocks with a 2.0 mm clip thickness in bollards for various periods of drift maintenance

Срок поддержания Т, лет	Дополнительные смещения кровли после завершения испытаний, мм	Дополнительная податливость блоков после завершения испытаний, мм	Суммарная податливость блоков, мм	Относительная податливость блоков, %
1,13	119	52	100	6,3
2,13	142	63	111	6,9
4,13	160	71	119	7,4
6,30	169	75	123	7,7
27,4	191	84	132	8,3

Таблица 4 / Table 4

**Сравнение расхода материалов при применении тумб из блоков с толщиной обойм 2,0 и 1,5 мм/
Comparison of material consumption when using bollards made of blocks with a thickness of 2.0 and 1.5 mm cage**

Материал	Цена единицы измерения, руб.	Расход материалов				Перерасход материалов на 1 км	Стоимость перерасхода материалов, тыс. руб.
		на 1 блок		на 1 км			
		2,0 мм	1,5 мм	2,0 мм	1,5 мм		
Дерево, м³	2 000	0,0345	0,0345	541	933	392	784
Цемент, кг	9	4,0	4,0	62 826	108 321	45495	409
Песок, кг	0,45	16,0	16,0	251 305	433 285	181 980	82
Металлический лист, кг	73	4,40	3,30	68 904	89 100	20 196	1 474
Металлический круг, кг	65,5	0,63	0,63	9 865,8	17 010	7 144,2	468
Всего	-	-	-	-	-	-	3 217

создания существующего сопротивления охранных конструкций потребовалось меньше БДБ. Коэффициент снижения расхода БДБ за счет их более высокой несущей способности и меньшей податливости можно определить как отношение нагрузок, воспринимаемых тумбами из БДБ при достижении 6%-ной податливости блоков: $3\,525 / 6\,040 = 0,584 \approx 0,58$.

В таблице 4 приведены исходные данные и результаты расчета перерасхода материалов при применении тумб из блоков с толщиной обоймы 1,5 мм вместо блоков с толщиной обоймы 2,0 мм. При одинаковой несущей способности охранный конструкции расход блоков БДБ с толщиной обоймы 1,5 мм составит 27 шт/м, а с толщиной обоймы 2,0 мм – $27 \cdot 0,58 \approx 15,7$ шт/м. Цены указаны по состоянию на 21 июля 2023 г.

Использование БДБ с толщиной обойм 1,5 мм по сравнению с БДБ с толщиной обойм 2,0 мм при сохранении несущей способности охранный конструкции приносит экономический ущерб не менее 3 млн руб. на 1 км штрека.

Заключение

1. В настоящее время шахта уменьшает расходы на изготовление БДБ за счет снижения толщины металлических обойм с 2,0 до 1,5 мм.

2. Несущая способность тумб из блоков БДБ с толщиной обойм 1,5 мм значительно ниже несущей способности тумб из блоков БДБ с толщиной обойм 2,0 мм.

3. Для обеспечения несущей способности охранных конструкций из облегченных БДБ, равной несущей способности охранных конструкций из БДБ с толщиной обойм 2,0 мм, необходимо значительно увеличивать плотность установки тумб из облегченных БДБ, что приводит к большому перерасходу средств на изготовление БДБ.

4. Разрушение тумб из облегченных БДБ на участке шахтных испытаний начнется через 1,46 года после их установки при остаточном сроке поддержания штрека, равном 6,3 года, что повлечет большие затраты на восстановление необходимых размеров сечения штрека.

5. Применение тумб из БДБ с толщиной обойм 2,0 мм с сохранением плотности их установки позволит избежать разрушения тумб на участке шахтных испытаний в течение всего срока поддержания штрека.

6. Известно, что при песчанике в кровле штреков происходило разрушение тумб из БДБ с толщиной обойм 2,0 мм. Можно предположить, что на таких участках штреков следует применять тумбы из БДБ с толщиной обойм 2,5 мм. Логично, что на участках штрека с песчаником в кровле разрушение тумб из облегченных БДБ должно начаться значительно раньше 1,46 года.

7. Представляется целесообразным снижать расходы на охрану выработок за счет исключения необходимости их перекрепления. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Казанин, О.И. Использование охранных сооружений для поддержания выемочных выработок на угольных шахтах / О.И. Казанин, Ю.Н. Долоткин, И.В. Скрыльников // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2011. - № 1. - С. 34-39.
2. Игнатов, Е.В. Разработка критериев оценки эффективности применения охраны подготовительных выработок / Е.В. Игнатов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. - 2006. - Т. 5, № 56. - С. 39-41.
3. Овчаренко, Г.В. Совершенствование технологических схем охраны повторно используемых подготовительных выработок / Г.В. Овчаренко // Записки Горного института. - 2013. - № 205. - С. 51-56.
4. Беликов, А.В. Обоснование применения в подготовительных выработках угольных шахт крепей усиления с высокой несущей способностью / А.В. Беликов // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2007. - № 8. - С. 68-72.
5. Чернышов, А.В. Охрана выемочных выработок искусственными сооружениями / А.В. Чернышов // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2015. - № 3 - С. 55-61.
6. Беликов, В.В. Влияние отдельных конструктивных особенностей деревянно-бетонных блоков на деформационно-силовые характеристики тумб, используемых для охраны выемочных выработок на угольных шахтах / В.В. Беликов, Н.В. Беликова // Уголь. - 2004. - № 3. - С. 12-14.
7. Рутыков, К.И. Охрана повторно используемых выработок тумбами из деревянно-бетонных блоков / К.И. Рутыков, В.В. Беликов, Н.В. Беликова // Уголь. - 1999. - № 8. - С. 15-17.
8. Рутыков, К.И. Охрана повторно используемых выработок тумбами из деревянно-бетонных блоков / К.И. Рутыков, В.В. Беликов, Н.В. Беликова // Уголь. - 2000. - № 10. - С. 59-61.

9. Луганцев, Б.Б. Обеспечение устойчивости трещиноватых породных массивов в окрестности подземных горных выработок / Б.Б. Луганцев, Ю.Н. Кузнецов, И.И. Мартыненко. - Новочеркасск: ЮРГТУ, 2007. - 300 с.
10. Беликов, В.В. О механизме деформирования кровли повторно используемых выемочных выработок / В.В. Беликов // Известия вузов. Сев.-Кавк. регион. - 2004. - Приложение № 7. - С. 54-63.
11. Оценка способов поддержания горных выработок на основе применения анкерной крепи на шахтах Карагандинского угольного бассейна / А.А. Зейнуллин, Е.А. Абеуов, В.Ф. Демин [и др.] // Уголь. - 2021. - № 2. - С. 4-9.
12. Поддержание выработки для повторного использования в аномальной зоне повышенного горного давления / Б.Б. Луганцев, Н.В. Беликова, В.В. Беликов, А.И. Чавкин // Уголь. - 2021. - № 4. - С. 10-14.
13. Determining patterns of the geomechanical factors influence on the fastening system loading in the preparatory mine workings / V. Bondarenko, H. Symanovych, M. Barabash [et al.] // Mining of Mineral Deposits. - 2020. - Vol. 14, № 1. - P. 44-50.
14. Geomechanics of interference between the operation modes of mine working support elements at their loading / V. Bondarenko, I. Kovalevska, G. Symanovych [et al.] // Mining Science. - 2018. - Vol. 25. - P. 219-235.
15. Demin, V.F. Evaluation of the effectiveness of the technological schemes use for mine workings to increase the stability of their contours / V.F. Demin, T.V. Demina, A.S. Kainazarov // Sustainable Development of Mountain Territories. - 2018. - Vol. 10, № 4. - P. 606-617.
16. Методические указания по решению практических задач управления горным давлением на шахтах / ВНИМИ. - Л.: 1984. - 134 с.
17. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР / ВНИМИ. - Изд. 4-е дополненное. - Л., 1986. - 222 с.

REFERENCES

1. Kazanin OI, Dolotkin YN, Skrylnikov IV. The use of the supporting constructions for panel entries maintenance at the coal mines. *Mining informational and analytical bulletin*. - 2011;1:34-39. (In Russ).
2. Ignatov EV. Development of criteria for evaluating the effectiveness of the protection of preparatory workings. *Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2006;5(56): 39-41. (In Russ).
3. Ovcharenko GV. Improvement of technological schemes go wounds reusable development workings. *Notes of the Mining Institute*. 2013;205:51-56. (In Russ).
4. Belikov AV. Justification of the use of reinforcing supports with high load-bearing capacity in the preparatory workings of coal mines. *Mining informational and analytical bulletin*. 2007;8:68-72. (In Russ).
5. Chernyshov AV. Protection of underground excavations by engineering structures. *Mining informational and analytical bulletin*. 2015;3:55-61. (In Russ).
6. Belikov VV, Belikova NV. The influence of separate design features of wooden-concrete blocks on the deformation force characteristics of bollards used to guard dredging workings at coal mines. *Coal*. 2004;3:12-14. (In Russ).
7. Rutkov KI, Belikov VV, Belikova NV. Guard of reduced workings with bollards made of wooden-concrete blocks. *Coal*. 1999;8:15-17. (In Russ).
8. Rutkov KI, Belikov VV, Belikova NV. Guard of reduced workings with bollards made of wooden-concrete blocks. *Coal*. 2000;10:59-61. (In Russ).
9. Lugantsev BB, Kuznetsov JN, Martynenko II. Ensuring the stability of fractured rock massifs in the in the neighborhood of underground mining working. *Novocherkassk*;2007. (In Russ).
10. Belikov VV. On the mechanism of deformation of the roof of reusable excavation workings. *News of universities. The North Caucasus region*. 2004;7: 54-63. (In Russ).
11. Zejnnullin AA, Abeuov EA, Demin VF et al. Estimation of ways to maintain mining works based on the application of anchor anchoring in the mines of the Karaganda coal basin. *Coal*. 2021;2:4-9. (In Russ).
12. Lugantsev BB, Belikova NV, Belikov VV et al. Upkeep of the drift for reuse in an abnormal zone of high mining pressure. *Coal*. 2021;4:10-14. (In Russ).
13. Determining patterns of the geomechanical factors influence on the fastening system loading in the preparatory mine workings / V. Bondarenko, H. Symanovych, M. Barabash [et al.] // Mining of Mineral Deposits. - 2020. - Vol. 14, № 1. - P. 44-50.
14. Geomechanics of interference between the operation modes of mine working support elements at their loading / V. Bondarenko, I. Kovalevska, G. Symanovych [et al.] // Mining Science. - 2018. - Vol. 25. - P. 219-235.
15. Demin, V.F. Evaluation of the effectiveness of the technological schemes use for mine workings to increase the stability of their contours / V.F. Demin, T.V. Demina, A.S. Kainazarov // Sustainable Development of Mountain Territories. - 2018. - Vol. 10, № 4. - P. 606-617.
16. Methodological guidelines for solving practical problems of managing mining pressure in mines / VNIMI. - L.: 1984. - 134 p.
17. Indicating on the rational location, protection and maintenance of mine workings in coal mines of the USSR / VNIMI. - Ed. 4th expanded edition. - L., 1986. - 222 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Луганцев Борис Борисович:

доктор технических наук,
профессор,
председатель совета директоров.
Общество с ограниченной ответственностью «Шахтинский научно-исследовательский и проектно-конструкторский угольный институт» (ООО «ШахтНИИ»),
г. Шахты, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Lugancev Boris Borisovich:

Doctor of Engineering Sciences,
Professor,
Chairman of the Board of directors.
Limited Liability Company «Shakhty Research and design and engineering Coal Institute» (LLC «Shakhtniui»),
Shakhty, Russia

Чавкин Александр Иванович:

кандидат технических наук,
заведующий лабораторией.

Общество с ограниченной ответственностью «Шахтинский научно-исследовательский и проектно-конструкторский угольный институт» (ООО «ШахтНИИ»),
г. Шахты, Россия,
e-mail: Achavkin@mail.ru

Турук Юрий Владимирович:

доктор технических наук,
профессор.

Шахтинский институт (филиал) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»,
г. Шахты, Россия

Белодедов Андрей Алексеевич:

доктор технических наук,
заведующий кафедрой горного дела.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»,
г. Новочеркасск, Россия

Версильов Сергей Олегович:

доктор технических наук,
профессор кафедры горного дела.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»,
г. Новочеркасск, Россия

Chavkin Alexander Ivanovich:

Candidate of Technical Sciences,
Head of the laboratory.

Limited Liability Company «Shakhty Research and design and engineering Coal Institute» (LLC «Shakhtniui»),
Shakhty, Russia,
e-mail: Achavkin@mail.ru

Turuk Jurij Vladimirovich:

Doctor of Engineering Sciences,
Professor,

Shakhty Institute (branch) Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «South Russian State Polytechnic University (NPI) named after M.I. Platov»,
Shakhty, Russia

Belodedov Andrey Alekseevich:

Doctor of Technical Sciences,
Head of the Mining Department.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «South Russian State Polytechnic University (NPI) named after M.I. Platov»,
Novocherkassk, Russia

Versilov Sergey Olegovich:

Doctor of Technical Sciences,
Professor of the Department of Mining.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «South Russian State Polytechnic University (NPI) named after M.I. Platov»,
Novocherkassk, Russia

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION:

Б.Б. Луганцев — существенный вклад в научно-исследовательскую работу, окончательное утверждение для публикации. А.И. Чавкин — существенный вклад в научно-исследовательскую работу, доработка и исправление рукописи. В.Д. Турук — существенный вклад в научно-исследовательскую работу, ответственность за целостность всех частей рукописи. А.А. Белодедов — существенный вклад в научно-исследовательскую работу, доработка рукописи. С.О. Версильов — существенный вклад в научно-исследовательскую работу, исправление рукописи. / B.B. Lugantsev — significant contribution to research work, final approval for publication. A.I. Chavkin — significant contribution to research work, revision and correction of the manuscript. V.D. Turuk — significant contribution to research work, responsibility for the integrity of all parts of the manuscript. A.A. Belodedov — significant contribution to scientific research, revision of the manuscript. S.O. Versilov — a significant contribution to scientific research, correction of the manuscript.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.



УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»
был создан 3(16) июля 1914 г. в Екатеринбурге.

Факультеты: ГОРНО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ (ГМФ),
ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ (ГТФ),
ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ (ИЭФ), ФАКУЛЬТЕТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ (ФГиг).

Контакты : +7 (343) 257-25-47, +7 (343) 283-06-06, e-mail: office@ursmu.ru; rector@ursmu.ru, <http://www.ursmu.ru/sveden/common>



WWW.N-GN.RU