

СОХРАНЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ДЛЯ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ

Б. Б. Луганцев, А. И. Чавкин,

Общество с ограниченной ответственностью «Шахтинский научно-исследовательский и проектно-конструкторский угольный институт» (ООО «ШахтНИУИ»), г. Шахты, Россия;

Ю. В. Турук, Е. А. Гревцева, Н. Б. Афонина,

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

Аннотация: Выбор параметров анкерной крепи и крепи усиления для повторно используемых выемочных выработок на шахтах России регламентируется «Инструкцией по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах». Для крепи усиления она не всегда дает адекватные результаты. Исследования, проведенные на одной из шахт российского Донбасса, показали, что до глубины 630 м указанная инструкция дает параметры, в целом соответствующие условиям эксплуатации выработки, а далее, с увеличением глубины ведения горных работ, сопротивление крепи усиления, определенное по инструкции, оказывается явно недостаточным. В связи с этим на указанной шахте в качестве крепи усиления стала применяться тумбовая крепь, состоящая из деревянно-бетонных блоков (БДБ), не предусмотренная инструкцией. По мере углубления горных работ происходило увеличение доли тумбовой крепи в общем сопротивлении крепи усиления. Тумбовая крепь усиления из БДБ обладает высоким сопротивлением и позволяет эффективно поддерживать выемочные выработки в сложных условиях эксплуатации. Кроме того, она значительно дешевле металлических стоек того же сопротивления. В инструкцию рекомендуется внести изменения: в алгоритме определения сопротивления крепи следует учесть глубину ведения горных работ и предусмотреть применение тумбовой крепи из БДБ в качестве крепи усиления.

Ключевые слова: анкерная крепь, крепь усиления, тумбовая крепь, блок деревянно-бетонный, зона влияния очистных работ, инструкция по применению анкерной крепи.

Для цитирования: Луганцев Б. Б., Чавкин А. И., Турук Ю. В., Гревцева Е. А., Афонина Н. Б. Сохранение горных выработок для повторного использования на больших глубинах // Маркшейдерия и недропользование. 2024. №3. С. 61-66. DOI: 10.56195/20793332_2024_3_61_66.

CONSERVATION OF MINE WORKINGS FOR REUSE AT GREAT DEPTHS

B. B. Lugancev, A. I. Chavkin,

Limited Liability Company «Shakhty Research and design and engineering Coal Institute» (LLC «Shakhtniui»), Shakhty, Russia;

J. V. Turuk, E. A. Grevtseva, N. B. Afonina,

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

Abstract: The choice of anchorage and strengthen support parameters for again use workings in Russian mines is regulated by the «Instructions for the calculation and application of anchorage in coal mines». As for strengthens support, it does not always give adequate results. Studies conducted at one of the mines of the Russian Donbass have shown that up to a depth of 630 m, the specified instruction gives parameters generally corresponding to the operating conditions of the mine. And further, with an increase in the depth of mining operations, the resistance of the strengthens support, determined according to the instructions, turns out to be clearly insufficient. In this regard, at the specified mine, a strengthen pedestal made of wooden-concrete blocks (BDB), not provided for in the instructions, began to be used as a strengthen support. As mining operations deepened, the share of the pedestal support in the total resistance of the strengthen support increased. The pedestal reinforcement support made of BDB has a high resistance and allows you to effectively maintain workings in difficult operating conditions. In addition, it is much cheaper than metal support of the same resistance. Changes must be made to the instruction: the algorithm for determining the resistance of the support must take into account the depth of mining operations, to provide for the use of a pedestal support made of BDB as a reinforcement support.

Keywords: anchor support, reinforcement support, pedestal support, wooden-concrete block, zone of influence of cleaning works, instructions for the use of anchor support.

For citation: Lugancev B. B., Chavkin A. I., Turuk J. V., Grevtseva E. A., Afonina N. B. Conservation of mine workings for reuse at great depths. Surveying and subsoil use. 2024;(3):61-66. (In Russ.). DOI: 10.56195/20793332_2024_3_61_66.

На угольных шахтах России распространена система разработки длинными столбами по простиранию, при которой нижний штрек сохраняется за линией первого очистного забоя, а потом используется в качестве вентиляционного при отработке нижерасположенного выемочного поля.

Большинство выемочных штреков на угольных шахтах Российской Федерации при проведении крепится анкерами. Выбор параметров анкерной крепи, крепи усиления и охран-ных конструкций в настоящее время регламентируется «Ин-струкцией по расчету и применению анкерной крепи на уголь-ных шахтах» (далее по тексту – Инструкция) [1].

В соответствии с п. 33 Приложения № 1 Инструкции ан-керная крепь может применяться в трех вариантах:

1) с параметрами, определяемыми расчетными смещени-ями кровли до влияния первой лавы, перед входом в зону влияния очистных работ анкерная крепь усиливается уста-новкой податливых стоек;

2) с параметрами, определяемыми расчетными смещени-ями кровли до влияния первой лавы, перед входом в зону влияния очистных работ анкерная крепь усиливается допол-нительной анкерной крепью с параметрами, определяемыми максимальным смещением кровли перед погашением выра-ботки смежной лавой, равным 300 мм;

3) с установкой анкерной крепи в два уровня с парамет-рами, учитывающими эксплуатацию анкерной крепи в зоне влияния очистных работ.

Последний вариант находит все большее применение на угольных шахтах России и СНГ [2-5], хотя он и не всегда дает положительные результаты [6, 7].

Опыт применения крепи усиления

На одной из шахт российского Донбасса до глубин 550 м анкерная крепь применялась по первому варианту (рис. 1а).

Но довольно часто вместо податливых металлических стоек использовалась рамная металлическая крепь трапеци-евидной формы.

Второй вариант оказался сложным и технически непри-емлемым в связи с необходимостью бурить анкеры в уже дей-ствующей выработке, чему препятствовали транспортные коммуникации и оборудование.

Испытания третьего варианта не дали желаемого резуль-тата. Помимо большой трудоемкости установки канатных анкеров, их применение не позволяло снижать смещения пород кровли до значений, требуемых Инструкцией (не бо-лее 300 мм).

С глубины 550 м крепление и охрана выемочных выра-боток производилась по варианту, не предусмотренному Инструкцией. В качестве крепи усиления вместе с подат-ливыми стойками и (или) рамной металлической крепью использовались тумбы из блоков деревянно-бетонных (рис. 1б) [8].

Переход на новую схему крепления был обусловлен тем, что рассчитанные по Инструкции параметры крепи усиления оказывались недостаточными для эффективного безре-монтного поддержания выемочных выработок, сохраняемых для повторного использования.

Шахтой отрабатывается пласт антрацита мощнос-тью 1,0-1,4 м. Непосредственная кровля пласта пред-ставлена сланцевыми породами от глинистого до пес-чаного сланца различной прочности (30-90 МПа) и мощности (0,5-15 м). В основной кровле залегает пе-счаник прочностью не менее 120 МПа и мощностью не менее 3,0 м.

В таблице 1 приведены сведения о применявшейся в вы-емочных штреках шахты крепи усиления и ее фактическом сопротивлении.

Анализ данных таблицы позволяет сделать следующие выводы.

1. По мере углубления горных работ необходимо увели-чивать сопротивление крепи усиления выемочных штреков для обеспечения их безремонтного поддержания на границе с выработанным пространством.

2. Тумбовую крепь усиления из БДБ начали применять с глубины отработки 630 м.

3. По мере углубления горных работ происходило увели-чение доли тумбовой крепи в общем сопротивлении крепи усиления (с 57 до 86 %).

4. Сопротивление крепи усиления, рассчитанное по Ин-струкции, значительно меньше необходимого начиная с глу-бины 630 м.

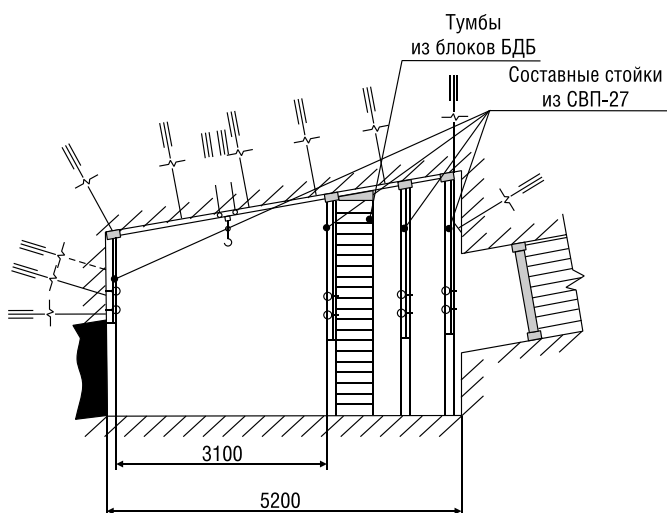
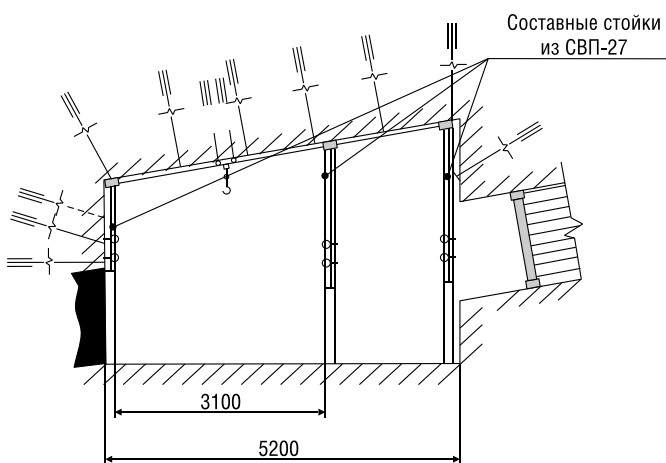


Рис. 1. Примеры усиления выемочных штреков на границе с выработанным пространством:

а - податливыми стойками; б - податливыми стойками и тумбами из блоков деревянно-бетонных

Fig. 1. Examples of reinforcement of excavation drifts at the boundary with the goaf space: a - malleable prop; b - malleable prop and support made of BDB

Таблица 1 / Table 1

Параметры применяемых средств усиления крепи выемочных штреков в зоне влияния очистных работ

Parameters of the applied means of strengthening the support of dredging drifts in the zone of influence of cleaning works

Средняя глубина расположения выработки, м / The average depth of the working location, m	Сопротивление крепи усиления, кН/м Resistance of the strengthening the support, kN/m					Отношение фактического сопротивления крепи усиления к сопротивлению по Инструкции / The ratio of the actual resistance of the support to the resistance specified in the instruction	Сопротивление тумбовой крепи в общем сопротивлении крепи, % / The resistance of the pedestal support in the total resistance of the support, %
	по Инструкции / according to the instructions	Фактическое / the actual					
		рамной металлической / metal frame	металлической стоечной / metal prop	тумбовой из БДБ / pedestal from the BDB	Суммарно / total		
206	600	633	-	-	633	1,06	0
328	592	633	-	-	633	1,07	0
395	590	633	-	-	633	1,07	0
463	590	633	-	-	633	1,07	0
538	590	-	667	-	667	1,13	0
630	580	633	-	833	1467	2,53	57
693	405	633	-	833	1467	3,62	57
758	519	-	920	862	1782	3,43	48
801	548	-	930	1744	2674	4,88	65
819	506	-	952	1786	2738	5,41	65
886	510	333	230	2874	3437	6,74	84
905	517	330	227	3409	3966	7,67	86

На основании данных таблицы 1 была построена зависимость сопротивления крепи усиления от глубины ведения работ (рис. 2). Она хорошо описывается полиномиальной функцией шестой степени (коэффициент аппроксимации $R^2 = 0,99$). За счет увеличения сопротивления крепи усиления при увеличении глубины ведения горных работ смещения пород кровли в выемочных выработках удавалось выдерживать в допустимых пределах (рис. 3).

В соответствии с Инструкцией величина смещений кровли в выемочных выработках за весь период их поддержания не должна превышать 300 мм. В условиях рассматриваемой шахты максимально допустимые значения смещений пород кровли достигают 400–450 мм.

Следует отметить, что по Инструкции исходными данными для определения сопротивления крепи усиления являются всего два параметра: тип кровли и ширина выработки (таблица 10 Приложения № 1 Инструкции). Глубина ведения работ при определении сопротивления крепи усиления по Инструкции не учитывается.

На сопротивление крепи усиления помимо типа кровли и ширины выработки оказывает влияние множество других факторов, степень влияния которых является предметом многочисленных исследований российских и зарубежных исследователей [9–21].

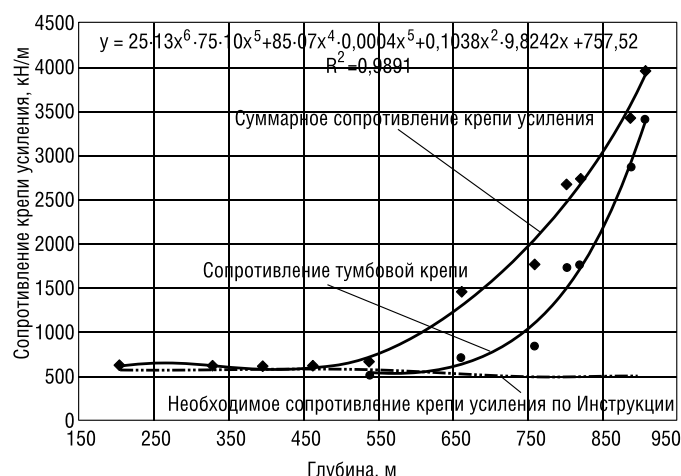


Рис. 2. Зависимость сопротивления крепи усиления в выемочных выработках шахты от глубины ведения горных работ

Fig. 2. Dependence of the resistance of the strengthening the support in the workings of the mine on the depth of mining operations

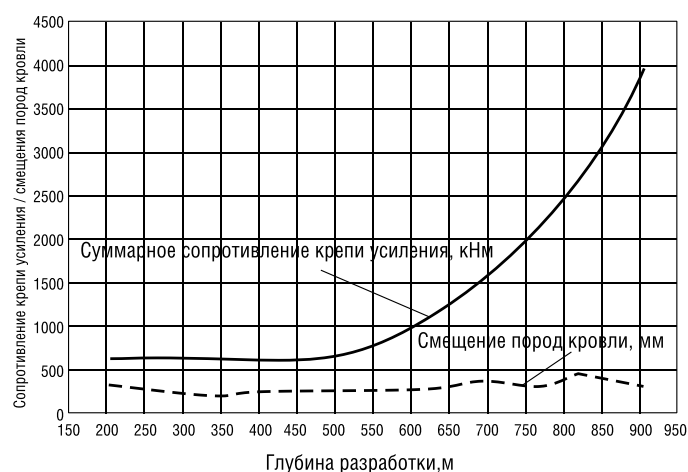


Рис. 3. Изменение сопротивления крепи усиления и смещений пород кровли по мере углубления горных работ

Fig. 3. Changes in the resistance of the strengthening the support and displacements of the roof rocks as mining operations deepen

Для выемочных выработок на указанной шахте рассчитанное по Инструкции сопротивление крепи усиления находится в пределах от 405 до 600 кН/м. Такие значения сопротивления крепи усиления в выемочных штреках могут быть допустимы на глубинах не более 630 м.

Необходимое сопротивление крепи усиления при глубине заложения выработки 630–905 м превышает рассчитанные по Инструкции значения в 2,5–7,7 раза, то есть на больших глубинах (более 600 м) Инструкция неприменима.

Инструкция предусматривает применение в качестве крепи усиления только податливые стойки. Опыт показывает, что применение тумбовой крепи из БДБ, обеспечивающей большее сопротивление, более эффективно.

Исходя из среднего уровня цен по состоянию на январь 2024 года стоимость одной металлической податливой стойки из СВП27 для рассматриваемых условий составляет около 7600 рублей. Стоимость блоков БДБ для возведения одной тумбы крепи усиления составляет около 8400 рублей. Несущая способность стойки составляет 250 кН, а тумбы — 3 тыс. кН. По отношению стоимость — несущая способность тумбы

из БДБ дешевле металлических податливых стоек более чем в 10 раз.

Заключение

1. Действующая Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах России не позволяет достоверно определять параметры крепи усиления выемочных выработок, сохраняемых для повторного использования на больших глубинах (более 600 м). В ней также не предусматривается использование тумб из БДБ в качестве крепи усиления.

2. Тумбовая крепь усиления из БДБ обладает высоким сопротивлением и позволяет эффективно поддерживать выемочные выработки в сложных условиях эксплуатации. Кроме того, тумбовая крепь из БДБ дешевле металлических стоек того сопротивления.

3. В Инструкцию рекомендуется внести изменения: в алгоритме определения сопротивления крепи следует учесть глубину ведения горных работ и предусмотреть применение тумбовой крепи из БДБ в качестве крепи усиления. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах: Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности [Электронный ресурс] / Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, приказ от 19 ноября 2020 года № 448. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/573264130> (режим доступа: 01.03.2024).
2. Опыт усиления крепи подземных горных выработок неподатливыми канатными анкерами АК01-21Н в сложных горно-геологических условиях / А. А. Дудин, Н. А. Ефимушкин, А. С. Соколов [и др.] // Уголь. - 2021. - № 1. - С. 11-13.
3. Опыт применения канатных анкеров с повышенной несущей способностью в условиях ООО «Шахта «Осинниковская» / А. А. Дудин, Е. В. Вахрушев, С. Е. Злобин [и др.] // Уголь. - 2020. - № 3. - С. 34-37.
4. Канатный анкер АК01: усиление крепи штреков для работы очистного забоя без механизированной крепи сопряжения / А. В. Самок, Г. В. Райко, А. С. Позолотин, П. В. Гречишкин // Уголь. - 2011. - № 10. - С. 9-11.
5. Установление параметров анкерного крепления в зависимости от горно-технологических условий эксплуатации выработок / С. Б. Алиев, В. Ф. Демин, В. В. Яворский, Т. В. Демина // Уголь. - 2013. - № 1. - С. 69-72.
6. Поддержание выработки для повторного использования в аномальной зоне повышенного горного давления / Б. Б. Луганцев, Н. В. Беликова, В. В. Беликов [и др.] // Уголь. - 2021. - № 4. - С. 10-14.
7. Исследование устойчивости подготовительных выработок, закрепленных анкерной крепью, оказавшихся в сложных аварийных ситуациях при отработке угольных пластов на шахтах Кузбасса / Е. А. Разумов, В. Г. Венгер, С. И. Калинин [и др.] // Уголь. - 2021. - № 11. - С. 13-18.
8. Эффективность применения охранных конструкций из облегченных блоков деревянно-бетонных / Б. Б. Луганцев, А. И. Чавкин, Ю. В. Турк [и др.] // Маркшейдерия и недропользование. - 2024. - № 1. - С. 39-49.
9. 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.
10. 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.
11. Напряженно-деформированное состояние приконтурно-углепородного массива / В. Ф. Демин, Д. С. Шонтаев, Т. К. Балгабеков [и др.] // Уголь. - 2020. - № 5. - С. 63-67.
12. Mechanism of bolt breakage in deep mining roadway under dynamic load and advanced strengthening support technology / Y. Wu, X. Liu, Y. Tan [et al.] // Engineering Failure Analysis. - 2024. - Vol. 161. - P. 108255.
13. Theoretical framework for stress relief-support reinforcement cooperative control of rock bursts in deep coal mining / T. Zhao, W. Guo, D. Zhang [et al.] // Geohazard Mechanics. - 2024. - Vol. 1. - P. 49-57.
14. Hebblewhite, B. K. Geomechanical behaviour of laminated, weak coal mine roof strata and the implications for a ground reinforcement strategy / B. K. Hebblewhite, T. Lu // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. - 2004. - Vol. 41, № 1. - P. 147-157.
15. Игнатов, Е. В. Совершенствование способов крепления и крепей выработок, расположенных на границе «массив - обрушенные породы» / Е. В. Игнатов // Вестник КузГТУ. - 2006. - Т. 6, № 57. - С. 46-53.
16. Игнатов, Е. В. Совершенствование способов охраны и охраняющих устройств подготовительных выработок при бесцеликовых технологиях / Е. В. Игнатов // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2009. - № 8 - С. 378-383.
17. Игнатов, Е. В. Геомеханические регламентации к способам охраны и крепления выработок при разработке пластов длинными столбами / Е. В. Игнатов, О. В. Иванова, Г. И. Грибанова // Вестник КузГТУ. - 2011. - № 3. - С. 26-28.
18. Practices, experience, and lessons learned based on field observations of support failures in some Chinese coal mines / X. Feng, N. Zhang, F. Xue [et al.] // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. - 2019. - Vol. 123. - P. 104097.
19. Обоснование технологий поддержания выемочных выработок при отработке пологих угольных пластов на больших глубинах / О. И. Казанин, А. А. Сидоренко, А. А. Евсюкова, Л. Цылу // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2023. - № 9. - С. 5-21.
20. О сохранении устойчивости конвейерных штреков глубоких шахт / С. С. Гребенкин, Г. И. Соловьев, И. К. Демин [и др.] // Вестник НГАУ. - 2003. - № 10. - С. 31-33.
21. Optimizing support performances of bolt reaming and anchoring in a coal drift [Electronic resource] / W. Wang, Y. Pan, Y. Xiao [et al.] // Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. - 2024. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674775524000519?via%3Dihub>.

REFERENCES

1. Federal norms and rules in the field of industrial safety «Instructions for the calculation and use of anchor support in coal mines». Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision, Order No. 448 dated November 19, 2020. Available from: <https://docs.cntd.ru/document/573264130> (In Russ.).
2. Dudin AA, Efimushkin NA, Sokolov AS, et al. Experience in reinforcement of underground mine support with the AK01-21H intractable rope bolts in complex mining and geological conditions. Ugol'. 2021;(1):11-3 (In Russ.).
3. Dudin AA, Vachrushev EV, Zlobin SE et al. The experience of using rope anchors with increased bearing capacity in the conditions of «Osinnikovskaya» mine LLC. Ugol'. 2020;(3):34-7 (In Russ.).
4. Samok AV, Raiko GV, Pozolotin AS, et al. Rope anchor AK01: strengthening system for work of a lava without mechanized system interface. Ugol'. 2011;(10):9-11 (In Russ.).
5. Aliyev SB, Demin VF, Yavorsky VV, et al. Establishing Anchorage Parameters Depending on the Mining and Technological Conditions of Excavation Operation. Ugol'. 2013;(1):69-72 (In Russ.).
6. Lugantsev BB, Belikova NV, Belikov VV, et al. Upkeep of the drift for reuse in an abnormal zone of high mining pressure. Ugol'. 2021;(4):10-4. (In Russ.).
7. Razumov EA, Venger VG, Kalinin SI et al. Study of the stability of preparatory workings secured with anchorage, those who find themselves in difficult emergency situations when working out coal seams at the mines of Kuzbass. Ugol'. 2021;(11):13-18 (In Russ.).
8. Lugancev BB, Chavkin AI, Turuk JV, et al. Evaluation of effectiveness of the use of security structures made of lightweight wooden-concrete blocks. Mine surveying and subsurface use. 2024;(1):39-49 (In Russ.).
9. Belikov AV. Justification of the use of strengthening the support with high load-bearing capacity in the preparatory workings of coal mines. Mining informational and analytical bulletin. 2007;(8):68-72 (In Russ.).
10. Zeynullin 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. Ugol'. 2021;(2):4-9 (In Russ.).
11. Demin VF, Shontayev DS, Balgabekov TK, et al. Stressed-deformed state of the boundary-carbon array. Ugol'. 2020;(5):63-7. (In Russ.).
12. Wu Y, Liu X, Tan Y, et al. Mechanism of bolt breakage in deep mining roadway under dynamic load and advanced strengthening support technology, Engineering Failure Analysis. 2024;161:108255.
13. Zhao T, Guo W, Zhang D, et al. Theoretical framework for stress relief-support reinforcement cooperative control of rock bursts in deep coal mining. Geohazard Mechanics. 2024;2(1):49-57.
14. Hebblewhite BK, Lu T Geomechanical behaviour of laminated, weak coal mine roof strata and the implications for a ground reinforcement strategy. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 2004;41(1):147-57.
15. Ignatov EV. Improvement of methods of fastening and fasteners of workings located on the border of the «massif - collapsed rocks». Bulletin of the Kuzbass State Technical University. 2006;6(1):49-52 (In Russ.).
16. Ignatov EV. Improving the methods of protection and security devices of preparatory workings bezselikov technologies. Mining informational and analytical bulletin. 2009;(8):378-83 (In Russ.).
17. Ignatov EV, Ivanova OV, Gribova GI. Geomechanical regulations to ways of protection and strengthening of developments at long wall mining. Bulletin of the Kuzbass State Technical University. 2011;3(85):26-8 (In Russ.).
18. Feng X, Zhang N, Xue F, et al. Practices, experience, and lessons learned based on field observations of support failures in some Chinese coal mines. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 2019;123:104097.
19. Kazanin OI, Sidorenko A A, Evsiukova AA, et al. Justification of the longwall panel entries support technology when mining gently inclined coal seams at large depths. Mining informational and analytical bulletin. 2023;9(1):5-21 (In Russ.).
20. Grebenkin SS, Solovyov GI, Demin IK, et al. On maintaining the stability of conveyor drifts of deep mines. Bulletin of the National Academy of Sciences. 2003;10:31-3 (In Russ.).
21. Wang W, Pan Y, Xiao Y. Optimizing support performances of bolt reaming and anchoring in a coal drift. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. 2024. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674775524000519?via%3Dihub>.

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, Российская Федерация

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, Russian Federation

Чавкин Александр Иванович:

кандидат технических наук,
заведующий лабораторией,
Общество с ограниченной ответственностью
«Шахтинский научно-исследовательский и проектно-
конструкторский угольный институт» (ООО «ШахтНИИУ»),
г. Шахты, Российская Федерация,
e-mail: Shahtniui.tgr@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, Российская Федерация

Гревцева Елена Анатольевна:

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

Афонина Наталия Борисовна:

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

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, Russian Federation
e-mail: Shahtniui.tgr@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, Russian Federation

Grevtseva Elena Anatolyevna:

Associate Professor,
Candidate of Economic Sciences,
Shakhty Institute (branch) Federal State Budgetary Educational
Institution of Higher Education «South Russian State Polytechnic
University (NPI) named after M. I. Platov»,
Shakhty, Russian Federation

Afonina Natalia Borisovna:

Associate Professor,
Candidate of Technical Sciences,
Shakhty Institute (branch) Federal State Budgetary Educational
Institution of Higher Education «South Russian State Polytechnic
University (NPI) named after M. I. Platov»,
Shakhty, Russian Federation

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. Е. А. Гревцева — существенный вклад в научно-исследовательскую работу, доработка рукописи. Н. Б. Афонина — 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. E. A. Grevtseva — significant contribution to scientific research, revision of the manuscript. N. B. Afonina — 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.



МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ МУЗЕЙ «ПЛАНЕТА»

Минералогический Музей «Планета» это первый и единственный в России музей частных коллекций.

Залы: Зал 1. 'Минералы Урала'
Зал 2. 'Минералы России и мира'
Зал 3. 'Минералы России и мира'
Зал 4. Флюоресцирующие минералы
Зал 5. Зал палеонтологии
Зал 6. Комната ценностей

Контакты : Екатеринбург, ул. Чернышевского, 7. +7 (343) 287-71-10
СР-ВС: 11:00-19:00 | ПН-ВТ: ВЫХОДНОЙ



WWW.N-GN.RU