

Поддержание выработки для повторного использования в аномальной зоне повышенного горного давления

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-4-10-14>

ЛУГАНЦЕВ Б.Б.

Доктор техн. наук,
действительный член
Академии горных наук,
председатель Совета директоров
ООО «ШахтНИУИ»,
346500, г. Шахты, Россия,
e-mail: boris4721@mail.ru

БЕЛИКОВА Н.В.

Канд. техн. наук,
доцент Южно-Российского государственного
политехнического университета (НПИ)
имени М.И. Платова,
346428, г. Новочеркасск, Россия,
e-mail: bnatv@yandex.ru

БЕЛИКОВ В.В.

Канд. техн. наук,
первый заместитель
генерального директора
ООО «ШахтНИУИ»,
346500, г. Шахты, Россия,
e-mail: viktbelikov@yandex.ru

ЧАВКИН А.И.

Канд. техн. наук,
заведующий лабораторией
технологии горных работ
ООО «ШахтНИУИ»,
346500, г. Шахты, Россия,
e-mail: Achavkin@mail.ru

В статье приведены результаты исследований проявлений горного давления в аномальной зоне поддержания выемочного штрека, сохраняемого за линией очистного забоя для повторного использования. В этой зоне параметры крепи, в обычных условиях обеспечивающие надежное поддержание выработки, оказались недостаточными. Предлагаемые авторами технические решения по усилению крепи штрека позволят обеспечить работоспособность выработки при ее поддержании в аномальной зоне повышенного горного давления на границе с выработанным пространством лавы, но в этом случае существенно возрастает стоимость крепления. В связи с этим и необходимостью перекрепления штрека на участках, где параметры крепи оказались недостаточными, становится актуальной задача прогноза аномальных зон повышенного горного давления, чтобы снизить затраты на поддержание выработок в аномальных зонах.

Ключевые слова: выемочная выработка, крепь, поддержание горной выработки, аномальная зона повышенного горного давления.

Для цитирования: 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. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-4-10-14.

ВВЕДЕНИЕ

В практике поддержания выемочных выработок за линией очистного забоя для их повторного использования при отработке смежного выемочного участка на шахтах Российского Донбасса довольно часто встречаются аномальные зоны повышенного горного давления, где параметры крепи, в обычных условиях обеспечивающие надежное поддержание выработки, оказываются недостаточными. К числу таких выработок относится конвейерный штрек № 501 на шахте «Обуховская».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЯВЛЕНИЙ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ В АНОМАЛЬНОЙ ЗОНЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДДЕРЖАНИЮ КОНВЕЙЕРНОГО ШТРЕКА № 501

Шахта «Обуховская» относится к негазовым шахтам. Она разрабатывает одиночный пласт k_2 не опасный по самовозгоранию. Угольная пыль пласта не взрывоопасна.

Мощность пласта в штреке № 501 в среднем составляет 1,16 м. Угольный пласт сложен высокометаморфизованным антрацитом прочностью на одноосное сжатие 25–30 МПа. Угол залегания пласта в лаве № 501 составляет 5–8°. В кровле пласта песчаный сланец прочностью на одноосное сжатие от 67 до 102 МПа, в среднем – 88 МПа, на растяжение – от 3,35 до 5,20 МПа, в среднем – 4,41 МПа. В почве пласта песчаник прочностью на одноосное сжатие от 99 до 156 МПа, в среднем – 133 МПа, на растяжение – от 4,71 до 7,43 МПа – в среднем – 6,32 МПа.

Конвейерный штрек № 501 пройден буровзрывным способом с нижней подрывкой пород величиной 1,7–2 м. Ширина штрека – 5 м, высота по центру – 3 м. В кровле штрека установлены анкеры А20В длиной 2,2 м. В каждом ряду шесть штук. Шаг установки рядов анкеров – 0,9 м. Между анкерами металлическая решетчатая затяжка. В каждом боку штрека по три продольных ряда анкеров А20В длиной 1,7 м с шагом установки 0,9 м. На расстоянии не менее 77 м до забоя лавы в кровлю штрека в качестве крепи усиления устанавливаются канатные анкеры АК01-25 длиной 6,0 м по три в ряд с шагом установки 0,9 м, которые рекламируются как анкеры повышенной несущей способности [1].

Помимо канатной анкерной крепи в зоне опорного давления лавы с опережением забоя лавы на 50 м установлена деревянная стоечная крепь. Стойки устанавливаются в промежутках между рядами анкеров А20В. Штрек за лавой охраняется двумя рядами тумб БДБ. Параметры крепления штрека при проведении и в зоне влияния очистных работ были приняты на основании инструкции и известных рекомендаций [2, 3, 4, 5, 6, 7].

В штреке с шагом 200 м были установлены реперные станции глубокого заложения типа РГ-3. На момент исследований в зоне опорного давления и в зоне активных про-

явлений горного давления за лавой находились реперные станции на ПК184 (50 м до лавы № 501), ПК204 (150 м за лавой) и ПК224 (350 м за лавой). Реперная станция на ПК224 на 23 июля 2020 г. была разрушена.

Показания других реперных станций составляли на 23 июля 2020 г.:

- ПК184 (50 м до лавы): уровень А (9,5 м) – 30 мм; уровень Б (2,7 м) – 10 мм, уровень С (1,7 м) – 0 мм;
- на ПК204 (150 м за лавой): уровень А (9,5 м) – 30 мм; уровень Б (2,7 м) – 35 мм, уровень С (1,7 м) – 40 мм.

Смещение пород кровли штрека на ПК204 на 16 июля 2020 г., по данным замеров, составило 1200 мм, а показания реперной станции показывали допустимую степень деформации пород кровли, что находится в противоречии с действительностью. В связи с указанным фактом возникает вопрос о целесообразности использования реперных станций глубокого заложения типа РГ-3 для контроля деформации пород кровли повторно используемых выемочных выработок, в том числе с использованием системы электронного мониторинга состояния приконтурного массива пород горных выработок [8].

Причины ошибочных показаний глубинных реперов объясняются тем, что в зоне активных проявлений горного давления за лавой отмечаются значительные послонные подвижки кровли по многочисленным трещинам расслоения. При послонных подвижках по трещинам породные слои защемляют или перерезают тросики реперов, что приводит к тому, что дальнейшие показания реперов не соответствуют фактическим смещениям пород кровли.

Для замеров фактических смещений пород целесообразно использовать контурные реперы в кровле, почве и боках штрека.

На рисунке показана конвергенция пород кровли и почвы штрека на участке поддержания за лавой на две даты



Конвергенция пород кровли и почвы конвейерного штрека № 501 за лавой: по центру выработки (сплошная кривая) и у охранных конструкций (пунктирная кривая)

обследования: 16 июля 2020 г. (положение очистного забоя – ПК190+7 м) и на 6 августа 2020 г. (положение очистного забоя – ПК181+2 м).

Минимальное смещение пород кровли в штреке за лавой на ПК220 составляет 120 мм, а максимальное на ПК204 – 1160 мм. Средняя величина смещений пород кровли в зоне за лавой составляет не менее 600 мм, что в два раза превышает максимально допустимое смещение пород кровли за весь срок службы выработки при погашении ее за второй лавой.

Минимальное смещение пород почвы штрека за лавой составляет 100 мм на ПК220, а максимальное смещение почвы (700 мм) на ПК204. Средняя величина пучения пород почвы штрека, сложенной очень крепким песчаником средней прочностью 133 МПа, составляет на август 2020 г. 400 мм.

Анализ данных *рисунка* позволяет констатировать, что сближение пород кровли и почвы по центру штрека в зоне за лавой изменяется с периодичностью, не соответствующей шагу осадок основной кровли, составляющему 16-20 м.

Средняя суточная скорость конвергенции пород в штреке на расстоянии за лавой от 60 до 450 м составляет от 0,5 до 690 мм в сутки. Указанные значения дополнительной конвергенции пород до 690 раз превышают их обычные значения в зоне стабилизации смещений кровли. Высокие скорости конвергенции пород кровли и почвы позволяют сделать вывод о наличии зон повышенного горного давления на отдельных участках штрека.

Для исследования кровли штрека вне зоны влияния очистных работ, в зоне опорного давления лавы и в зоне активных проявлений горного давления за лавой было пробурено шесть скважин длиной от 5 до 10 м и пять шпуров длиной 2-3,8 м. С помощью микрокамеры Mikro SA-100 сотрудниками ООО «ШахтНИУИ» был изучен литологический состав, определены тип, количество и место расположения слабых контактов, а также количество и раскрытие трещин расслоения в породах кровли.

Вне зоны влияния очистных работ на расстоянии от 1292 до 189 м от лавы, на ПК48, ПК153 и ПК154 количество трещин расслоения составляет от 1 до 2 с раскрытием от 1 до 2 мм. Все трещины находятся в нижнем слое песчаного сланца на высоте 0,1-0,9 м от кровли штрека. В вышележащем прочном песчанике трещин расслоения не отмечено.

На ПК158+4 м на расстоянии 135 м до лавы № 501 в шпуре длиной 3 м в слое песчаного сланца мощностью 1,8 м имеется девять трещин расслоения с раскрытием от 1 до 5 мм и с суммарным раскрытием 26 мм. Фактически на таком удалении (135 м) начинается зона влияния очистных работ лавы. С этого расстояния в штреке отмечается практически повсеместное полное складывание опорных пластин толщиной 4,5 мм сталеполимерных анкеров. Полное складывание опорных пластин такой толщины, по данным исследований ООО «ШахтНИУИ», начинается при величине нагружения анкеров более 60 кН.

Перед линией очистного забоя в зоне опорного давления лавы величина смещений пород кровли на отдель-

ных участках штрека составляет более 200 мм, и начинают происходить отдельные случаи отказов анкерной сталеполимерной крепи (срыв гаек, разрывы опорных пластин анкеров). Это означает, что фактическая нагрузка на отдельные анкеры превысила 160 кН.

Количество трещин расслоения в шпурах и скважинах, расположенных на участке штрека, за лавой изменяется от 6 до 21. Суммарное раскрытие трещин расслоения в скважинах изменяется от 20,5 до 220 мм. Максимальная высота расслоения пород непосредственной кровли, сложенной крепким песчаным сланцем, в данных скважинах составляет 6-6,8 м. Применение в штреке канатной анкерной крепи не может быть эффективным в этом случае.

Деревянная стоечная крепь усиления на большей части поддерживаемого за лавой участка штрека находится в неработоспособном состоянии. Данную крепь имеет смысл применять только при смещениях пород кровли и почвы не более 400 мм.

ООО «ШахтНИУИ» рекомендовало установку в штреке № 501 следующей крепи усиления:

- не менее чем за 145 м до линии очистного забоя лавы в рядах, где установлены канатные анкеры, установить по три сталеполимерных анкера типа АК22ВТМПЗ с гайкой из ст. 45 производства Тульского металлопрокатного завода;

- не менее чем за 45 м до линии очистного забоя лавы установить с шагом 1,04 м по две спаренные гидравлические стойки с расчетной несущей способностью 300 кН;

- на расстоянии не более 2 м за мехкрепью сопряжения установить крепь усиления из блоков БДБ.

Увеличение сопротивления крепи до 843 кН/м² уменьшит конвергенцию пород кровли и почвы в три раза. При такой потере высоты штрек будет пригоден для повторного использования.

Непрекращающийся рост смещений пород кровли и почвы штрека за лавой свидетельствует о нахождении отдельных участков штрека в аномальных зонах повышенного горного давления.

Пласт k_2 на шахте «Обуховская» с глубины 750 м отнесен к числу угрожаемых по горным ударам. Штрек на глубине 770-780 м на всем своем протяжении располагается в зоне пласта, угрожаемой по горным ударам. При локальном прогнозе удароопасности, осуществлявшемся в период проведения штрека, удароопасные зоны обнаружены не были.

Более 20 лет на действующих угольных шахтах Российского Донбасса динамические проявления горного давления не отмечаются. Гораздо более распространенным явлением на шахтах региона в этот период времени являются более длительные во времени и меньшие по интенсивности проявления горного давления в аномальных зонах повышенного горного давления. Скорости деформации и разрушения породного контура выработок в таких зонах такие, как в штреке № 501.

Указанные явления происходили на трех шахтах, где на глубинах 400-800 м регистрировались горные удары (шахты «Южная», «Краснодонская» ОАО «Ростовуголь» и шахта «Западная» ОАО «Гуковуголь»).

На шахтах с пластами, отнесенными по региональному прогнозу к угрожаемым по горным ударам с глубины 550-800 м (шахта «Обуховская», шахта «Шерловская-Наклонная», шахта «Ростовская» и строящаяся шахта «Обуховская № 1»), горные удары пока не происходили, и удароопасные зоны не были обнаружены. Но на этих шахтах зафиксировано значительное количество аномальных зон повышенного горного давления. Подобные явления отмечены в шахтах других бассейнов.

Более ста лет назад была выдвинута гипотеза, что причиной горных ударов является сочетание высокого опорного давления с горизонтальными тектоническими напряжениями. Возможно, существование аномальных зон повышенного горного давления обусловлено действием тектонических напряжений.

Современные способы и средства позволяют определять для таких зон напряженно-деформированное состояние горных пород [9], параметры зоны опорного давления от очистного забоя [10], влияние различных геомеханических факторов на нагружение крепи и режимы ее работы [11, 12], прогнозировать высоту зоны расслоения пород кровли [13] и определять поведение геомеханической системы «слоистый массив – крепь выработки» посредством вычислительной модели [14], но остается нерешенным вопрос о прогнозировании аномальных зон повышенного горного давления.

В отрасли отсутствуют нормативные документы, обеспечивающие своевременный и надежный прогноз аномальных зон повышенного горного давления. Отсутствуют отраслевые документы, устанавливающие основные технические требования к используемым в указанных зонах основным и усиливающим анкерным, стоечным, тумбовым и рамным крепям, а также к охранам конструкциям, позволяющим предотвратить разрушение породного контура выработок.

При этом проявления повышенного горного давления в аномальных зонах наносят большой экономический ущерб российским угольным предприятиям, снижая их конкурентоспособность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Современные способы и средства обеспечивают надежное и безопасное крепление выработок в зонах повышенного горного давления, гарантирующее их повторное использование.

2. Прогноз аномальных зон повышенного горного давления позволит своевременно использовать в них необходимую крепь усиления, обеспечивающую повторное использование выработок.

3. Необходимо разработать следующие отраслевые нормативные документы:

- методику прогноза аномальных зон повышенного горного давления, наличие которых возможно обусловлено действием тектонических напряжений;

- инструкцию по креплению выработок, предназначенных для повторного использования, в зонах повышенного горного давления.

4. Финансирование работ по созданию указанных нормативных документов, по нашему мнению, должно обеспечить Министерство энергетики РФ.

Список литературы

1. 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. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-3-34-37.

2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах». Серия 05. Выпуск 42. М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2015. 186 с.

3. Канатный анкер АК01: усиление крепи штреков для работы очистного забоя без механизированной крепи сопряжения / А.В. Самок, Г.В. Райко, А.С. Позолотин и др. // Уголь. 2011. № 10. С. 9-11. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/102011.pdf> (дата обращения: 15.03.2021).

4. Опыт применения канатных анкеров для сохранения и повторного использования штреков угольных шахт / Е.А. Разумов, П.В. Гречишкин, А.В. Самок и др. // Уголь. 2012. № 6. С. 26-27. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/062012.pdf> (дата обращения: 15.03.2021).

5. Метод расчета параметров анкерной крепи глубокого заложения для поддержания горных выработок в различных горно-геологических и горнотехнических условиях угольных шахт / А.С. Позолотин, М.А. Розенбаум, А.А. Ренев и др. // Уголь. 2013. № 4. С. 32-34. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/042013.pdf> (дата обращения: 15.03.2021).

6. Оценка эффективности двухуровневого анкерного крепления сопряжений горных выработок угольных шахт / П.В. Гречишкин, А.С. Позолотин, Д.Ф. Зяятдинов и др. // Горный журнал. 2015. № 8. С. 48-51.

7. Совершенствование двухуровневой технологии анкерного крепления широких сопряжений горных выработок / В.А. Еременко, Е.А. Разумов, Д.Ф. Зяятдинов и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2013. № 5. С. 20-30.

8. Зяятдинов Д.Ф., Лысенко М.В. Разработка системы электронного мониторинга состояния приконтурного массива пород горных выработок // Уголь. 2017. № 8. С. 90-92. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-8-90-92.

9. Определение напряженно-деформированного состояния горных пород при разработке угольных пластов, опасных по гео- и газодинамическим явлениям / В.Н. Захаров, С.С. Кубрин, Г.Н. Фейт и др. // Уголь. 2012. № 10. С. 34-36. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/102012.pdf> (дата обращения: 15.03.2021).

10. Ремезов А.В., Новоселов С.В. Теоретические и методические вопросы определения параметров опорного давления в горных выработках и практика их применения // Уголь. 2018. № 6. С. 21-25. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-6-21-25.

11. Determining patterns of the geomechanical factors influence on the fastening system loading in the preparatory mine workings / Volodymyr Bondarenko, Hennadii Symanovych, Mykhailo Barabash et al. // Mining of Mineral Deposits. 2020. Vol. 14(1). P. 44-50.

12. Geomechanics of interference between the operation modes of mine working support elements at their loading / Volodymyr Bondarenko, Iryna Kovalevska, Gennadiy Symanovych et al. // Mining Science. 2018. Vol. 25. P. 219-235.

13. Антощенко Н., Филатьев М., Дубовик А. Зависимость высоты зон сдвижения пород с разрывом сплошности от размеров очистных выработок // *Mining of Mineral Deposits*. 2016. № 10(4). С. 44-49.

14. Разработка и анализ вычислительной модели геомеханической системы «слоистый массив – крепь выработки» / В. Фомичев, В. Почепов, В. Лапко и др. // *Mining of Mineral Deposits*. 2016. № 10(2). С. 25-33.

UNDERGROUND MINING

Original Paper

UDC 622.831.3:622.284 © B.B. Lugantsev, N.V. Belikova, V.V. Belikov, A.I. Chavkin, 2021
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 4, pp. 10-14
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-4-10-14>

Title

UPKEEP OF THE DRIFT FOR REUSE IN AN ABNORMAL ZONE OF HIGH MINING PRESSURE

Authors

Lugantsev B.B.¹, Belikova N.V.², Belikov V.V.¹, Chavkin A.I.¹

¹Shakhtinsky research Institute LLC, Shakhty, 346500, Russian Federation

²Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk, 346428, Russian Federation

Authors' Information

Lugantsev B.B., Doctor of Engineering Sciences, Full member of Academy Mining Sciences, Chairman of the Board of Directors, e-mail: boris4721@mail.ru

Belikova N.V., PhD (Engineering), Associate Professor, e-mail: bnatv@yandex.ru

Belikov V.V., PhD (Engineering), First Deputy General Director, e-mail: viktbelikov@yandex.ru

Chavkin A.I., PhD (Engineering), Head of Laboratory mining technologies, e-mail: Achavkin@mail.ru

Abstract

The paper presents the results of research on the manifestations of rock pressure in the anomalous zone of upkeep of the drift, which is stored behind the line of the treatment face for reuse. In this zone, the parameters of the support, which normally ensure reliable maintenance of the workings, turned out to be insufficient. The technical solutions proposed by the authors to strengthen the support of the drift will ensure the operability of the workings while maintaining it in an anomalous zone of high mountain pressure on the border with the developed lava space, but in this case the cost of fixing increases significantly. In this regard, and the need to re-anchor the drift in areas where the parameters of the support were insufficient, it becomes urgent to forecast abnormal zones of high mining pressure in order to reduce the cost of fixing workings, using the proposed technical solutions only in abnormal zones.

Keywords

Working, Upkeep, Anomalous zone of high mountain pressure, Support parameters, Recommendations for strengthening the support, Forecast of anomalous zones.

References

- Dudin A.A., Vachrushev E.V., Zlobin S.E., Lapshin A.V., Datskevich N.Yu., Matveev A.S. & Sizintsev D.E. The experience of using rope anchors with increased bearing capacity in the conditions of "Osinnikovskaya" mine LLC. *Ugol'*, 2020, (3), pp. 34-37. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-3-34-37.
- Federal norms and rules in the field of industrial safety "Instructions for the calculation and use of anchor support in coal mines". Series 05, Issue 42. Moscow, NTC PB JSC, 2015, 186 p. (In Russ.).
- Samok A.V., Raiko G.V., Pozolotin A.S. & Grechishkin P.V. Rope anchor AK01: strengthening system for work of a lava without mechanized system interfaces. *Ugol'*, 2011, (10), pp. 9-11. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/102011.pdf> (accessed 15.03.2021). (In Russ.).
- Razumov E.A., Grechishkin P.V., Samok A.V. & Pozolotin A.S. Experience of using rope anchors to maintain and reuse coal mine drifts. *Ugol'*, 2012, (6), pp. 26-27. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/062012.pdf> (accessed 15.03.2021). (In Russ.).

5. Pozolotin A.S., Rozenbaum M.A., Renev A.A., Razumov E.A. & Chernyakhovsky S.M. Method of Calculation of Great Depth Bolting for Supporting Excavations in Various Mining & Geological and Mining & Technical Conditions of Coal Mines. *Ugol'*, 2013, (4), pp. 32-34. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/042013.pdf> (accessed 15.03.2021). (In Russ.).

6. Grechishkin P.V., Pozolotin A.S., Zayatinov D.F. & Sharov V.N. Evaluation of the effectiveness of two-level anchor fastening of interfaces of mining coal mines. *Gornyi Zhurnal*, 2015, (8), pp. 48-51. (In Russ.).

7. Eremenko V.A., Razumov E.A., Zayatinov D.F., Pozolotin A.S., Prokhvatilov S.A. & Krasilov S.Yu. Improving the two-level technology of anchoring wide interfaces of mining workings. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2013, (5), pp. 20-30. (In Russ.).

8. Zayatinov D.F. & Lysenko M.V. Mining marginal rock mass condition electronic monitoring system design. *Ugol'*, 2017, (8), pp. 90-92. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2017-8-90-92.

9. Zakharov V.N., Kubrin S.S., Feit G.N. & Blokhin D.I. Determination of Rock Deflected Mode in Developing Coal Beds which are Hazardous as Regards Geo and Gas-dynamic Phenomena. *Ugol'*, 2012, (10), pp. 34-36. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/102012.pdf> (accessed 15.03.2021). (In Russ.).

10. Remezov A.V. & Novoselov S.V. Theoretical and methodological issues of determining parameters of bearing pressure in mine workings and practice of their implementation. *Ugol'*, 2018, (6), pp. 21-25. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2018-6-21-25.

11. Volodymyr Bondarenko, Hennadii Symanovych, Mykhailo Barabash et al. Determining patterns of the geomechanical factors influence on the fastening system loading in the preparatory mine workings. *Mining of Mineral Deposits*, 2020, Vol. 14(1), pp. 44-50.

12. Volodymyr Bondarenko, Iryna Kovalevska, Gennadiy Symanovych et al. Geomechanics of interference between the operation modes of mine working support elements at their loading. *Mining Science*, 2018, Vol. 25, pp. 219-235.

13. Antoshchenko N., Filatiev M. & Dubovik A. Dependence between the height of rocks displacement zone with fissure and the size of stopes. *Mining of Mineral Deposits*, 2016, Vol. 10(4), pp. 44-49.

14. Fomichev V., Pochepov V., Lapko V. & Fomicheva L. Development and analysis of computational model of geomechanical system "layered massif – working support". *Mining of Mineral Deposits*, 2016, Vol. 10(2), pp. 25-33.

For citation

Lugantsev B.B., Belikova N.V., Belikov V.V. & Chavkin A.I. Upkeep of the drift for reuse in an abnormal zone of high mining pressure. *Ugol'*, 2021, (4), pp. 10-14. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-4-10-14.

Paper info

Received December 10, 2020

Reviewed February 9, 2021

Accepted March 17, 2021