

Исследование по установке припочвенных законтурных анкеров на шахте «Казахстанская» УД АО «АрселорМиттал Темиртау»

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-10-4-8>

БАХТЫБАЕВ Н.Б.

Канд. техн. наук,
доцент кафедры
«Разработка месторождений полезных ископаемых»
Карагандинского технического университета,
100012, г. Караганда, Казахстан,
e-mail: n.bakhtybaev@kstu.kz

КЫДРАШОВ А.Б.

Докторант кафедры
«Разработка месторождений полезных ископаемых»
Карагандинского технического университета,
100012, г. Караганда, Казахстан,
e-mail: a.kydrashov@mail.ru

МУРАТУЛЫ Б.

Докторант кафедры
«Разработка месторождений полезных ископаемых»
Карагандинского технического университета,
100012, г. Караганда, Казахстан,
e-mail: berikbol_1993@mail.ru

БОГЖАНОВА Ж.К.

Старший преподаватель кафедры
«Разработка месторождений полезных ископаемых»
Карагандинского технического университета,
100012, г. Караганда, Казахстан,
e-mail: botikum@mail.ru

АБДИЕВА Л.М.

Преподаватель кафедры
«Разработка месторождений полезных ископаемых»
Карагандинского технического университета,
100012, Караганда, Казахстан,
e-mail: abdieva_@mail.ru

Статья посвящена определению оптимальной формы сечения горных выработок в соответствии с рейтинговыми классификациями в условиях Карагандинского угольного бассейна Республики Казахстан. Проведены исследования по подготовке исходных данных для исследования по установке припочвенных законтурных анкеров на шахте «Казахстанская». Проведены натурные наблюдения и исследования по смещению и пучению контура сечения горных выработок при установке припочвенных законтурных анкеров на шахте «Казахстанская»

Ключевые слова: штрек, анкер, выработка, смещение, массив, устойчивость, контур, деформация, шахта, целлик.

Для цитирования: Исследование по установке припочвенных законтурных анкеров на шахте «Казахстанская» УД АО «АрселорМиттал Темиртау» / Н.Б. Бахтыбаев, А.Б. Кыдрашов, Б. Муратулы и др. // Уголь. 2021. № 10. С. 4-8. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-10-4-8.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время особую актуальность приобретает проблема повышения надежности крепей горных выработок в связи с постоянным увеличением объемов их проведения в сложных горно-геологических условиях.

Для достижения устойчивости выработки необходимо посредством крепления увеличить несущую способность пород. Наиболее эффективным способом является увеличение прочности на изгиб и растяжение воздействующих на выработку пород. Необходимое упрочнение против действия растягивающих напряжений наиболее эффективно и просто может быть осуществлено закреплением в породах стальных и полимерных стержней-анкеров.

В качестве основного фактора, определяющего плотность установки анкеров, принимается их несущая способность или начальное натяжение. При этом предполагается, что величина несущей способности и натяжение анкеров в процессе работы крепи остаются неизменными.

В первый момент после установки анкеров их давление на породу через подхваты определяется начальным натяжением. Затем под действием приложенных к подватам сил горного давления реактивное сопротивление крепи возрастает, и анкеры, в результате упругого растяжения металла в скважине, смещаются в сторону выработки, при этом смещается ее контур [1].

При смещении напряженное состояние пород снижается, а способность анкеров воспринимать нагрузку – увеличивается. Этот процесс будет развиваться до наступления равновесия в системе крепь-порода, то есть до тех пор, пока реактивное сопротивление анкеров не окажется равным действующим на них силам горного давления. Если анкерную крепь установить вслед за обнажением пород кровли и создать в ней необходимое напряжение, то слои породы будут удерживаться в естественной связи, и предотвратится их расслоение. Это также повышает несущую способность породы, и благодаря действию анкерной крепи снижается скольжение слоев породы.

С помощью анкерной крепи обеспечивается взаимодействие отдельных слоев породы в кровле выработки. Отдельные слои породы в зоне понижения напряжений стягиваются анкерами, тем самым в этих слоях исключается действие вертикальных растяжений и сжатия, и обеспечивается несущая способность кровли. Поэтому в тонкослоистых породах можно с помощью анкеров закрепить слои породы в кровле и тем самым предотвратить их отделение от массива, взаимное сдвигание и прогибание в горную выработку. Устойчивость кровли при этом будет зависеть от предела прочности породы на изгиб и числа соединенных слоев [2].

УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЫЕМОЧНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Существенным горнотехническим фактором, улучшающим состояние выработки, является несущая способность крепи. Как правило, на шахтах Карагандинского угольного бассейна применяемая арочная металлическая крепь из спецпрофиля устанавливается через 1,0-0,5 м (реже через 0,3 м), что обеспечивает отпор от 20 до 50-70 кН/м². Как показывает практика, с ростом глубины разработки такой реакции крепи совершенно недостаточно для эффективного поддержания выработок. Поэтому на шахтах применяется дополнительное усиление крепления выемочных выработок в зоне влияния очистных работ – под продольные профили гидростоек или стоек трения устанавливаются крепи УКР, что увеличивает стоимость и трудоемкость поддержания этих выработок.

Применение сталеполлимерных анкеров обеспечивает устойчивость выработки за счет упрочнения в пределах свода слоистых пород кровли и механической связи контура выработки с частью приконтурного слоя вмещающего массива.

Главными причинами ограниченных объемов применения анкерного крепления выработок являются:

- усложнение горно-геологических и горнотехнических условий с переходом на глубину разработки более 600 м;
- увеличение на 35-40% площади поперечного сечения выработок, особенно выемочных выработок лав;

– недостаточная изученность геомеханических процессов в породах вокруг выработок на нижних горизонтах и работоспособности анкерной крепи в этих условиях.

Ряд ранее проведенных исследований выработок с различными сочетаниями анкерной и металлической рамной креп, позволил установить, что анкерная крепь является средством улучшения эксплуатационных параметров выемочных горных выработок как вне зоны, так и в зоне влияния очистных работ.

ПАРАМЕТРЫ УСТАНОВКИ ПРИПОЧВЕННЫХ ЗАКОНТУРНЫХ АНКЕРОВ

Объем внедрения анкерного крепления горных выработок на шахтах УД АО «АрселорМиттал Темиртау» составляет в чистом виде 12%, а в смешанном – 42%. Для более широкого применения анкерной крепи необходимы обоснование ее параметров в зависимости от условий разработки, определение области возможной и эффективной эксплуатации и создание прогрессивных технологических схем ее возведения [3].

Припочвенные законтурные анкеры устанавливались в конвейерной выработке по верхнему слою мощного пласта Д₆ в зонах антисинклинали и синклинали пласта на ПК 104-103.

Состояние конвейерного штрека № 334Д₆-1-в, закрепленного смешанной крепью (металлорамная крепь и семь кровельных анкеров через 0,75 м) впереди лавы, относительно благоприятное. Лава продвинулась на 300 м от разрезной печи с шагом посадки основной кровли, равным 90 м.

Контур вентиляционного штрека № 334Д₆-1-в, закрепленный металлоарочной крепью с установкой рам через 0,75 м, подвержен сильным деформациям как со стороны пород почвы, так и кровли, особенно в районе сбоек с газодренажным штреком, пройденным сверху по нерабочему пласту долинской свиты Д₇. В зонах с металлорамной крепью, установленной через 0,5 м, состояние штрека более стабильное. Вентиляционный штрек проведен вприсечку к конвейерному штреку вышележащего выемочного столба с оставлением изолирующего угольного целика 2,5 м.

Установка анкеров производилась с ходовой и неходовой сторон в 0,5 м от рам арочной крепи. Для бурения шпуров и установки анкеров в почву задействовано трое рабочих, использована буровая установка «СуперТурбо» первого типоразмера длиной 1,0 м (типоразмеры 1,0; 1,2; 1,4; 1,6 м). Шпуры бурились со смещением под 45° за контур выработки и под 45° по оси выработки. Под буримые шпуры зачищалась лунка глубиной 0,2-0,4 м для исключения попадания буровой мелочи в шпур при установке химических ампул. Время бурения и установки одного анкера составляло 8 мин. Обеспечивались смещение смежных анкеров до 0,1-0,2 м и их перехлест в породах почвы до 0,5 м. Витые стальные анкеры длиной 2,4 м устанавливались на три химических ампулы: ускоренную длиной 0,35 м (время твердения 15-20 с) и две замедленные длиной 0,6 м (время твердения 3 мин), затем перешли только на две последние.

Закручивание анкеров в шпур с химическими ампулами производилось буровой установкой через адаптор-

Характеристика выработки

Наименование выработки	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Площадь сечения, м ²	Тип крепления	Тип затяжки
Вентиляционный штрек № 334Д6-1-в	1355	5,8/5,44	3,8/3,57	18,3/14,5	МАК1,33 рам/м	Сетка/ЗМП

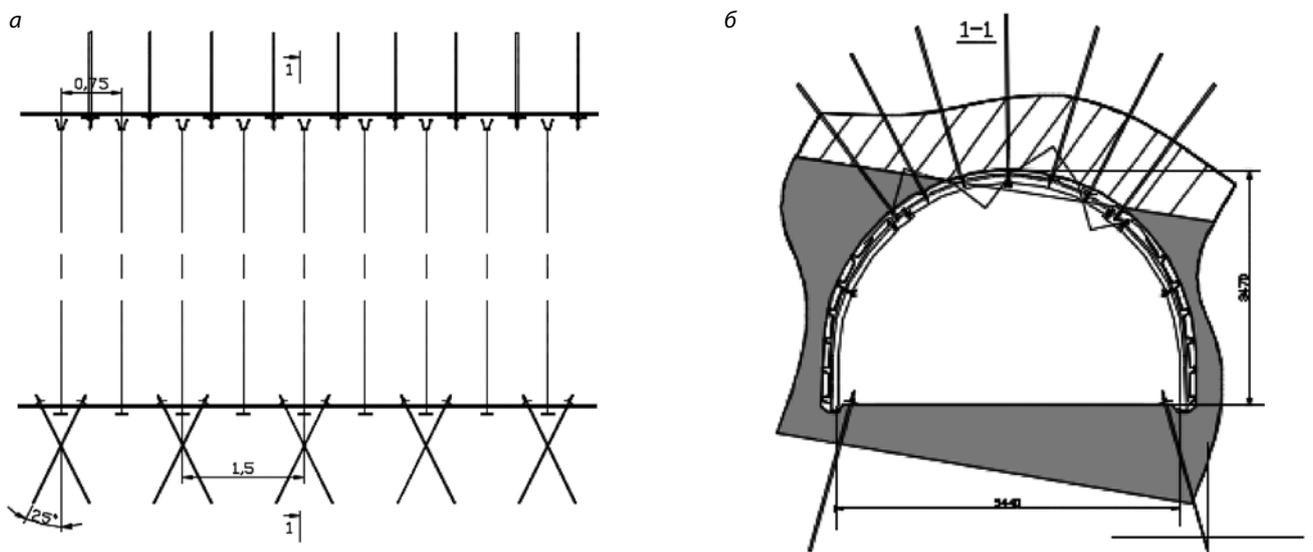


Рис. 1. Технологический паспорт установки припочвенных законтурных анкеров на шахте «Казахстанская»: а – план; б – профиль выработки

переходник на стержень анкера под опорную планку с закручиванием закрепляющей гайки после срезания калибровочного штифта. Установкой химических ампул достигаются склеивание и скрепление вмещающих пород с созданием закрепленного контура пород почвы со смещением контура пика опорного давления на 1,0–2,0 м вглубь массива.

Установка кустов из сдвоенных законтурных припочвенных анкеров производилась через 1,5 м по длине выработки.

На рис. 1 представлен технологический паспорт установки припочвенных законтурных анкеров на шахте «Казахстанская» УД АО «АрселорМиттал Темиртау».

На рис. 2. представлены законтурные припочвенные анкера, установленные с ходовой и неходовой сторон, и результаты натурных наблюдений за смещениями пород кровли и боков вентиляционного штрека № 334-Д₆-1-в шахты «Казахстанская» УД АО «АрселорМиттал Темиртау».

Вентиляционный штрек № 334-Д₆-1-в (см. таблицу) проведен вприсечку с конвейерным штреком № 324-Д₆-1-в. Целик между вентиляционным штреком № 334-Д₆-1-в и конвейерным штреком № 324-Д₆-1-в составляет 2,0-2,5 м. Угол залегания пласта в направлении проходки: -8 – +3°, по забою – 10-15°, средняя мощность пласта на участке работ – 5,4 м.

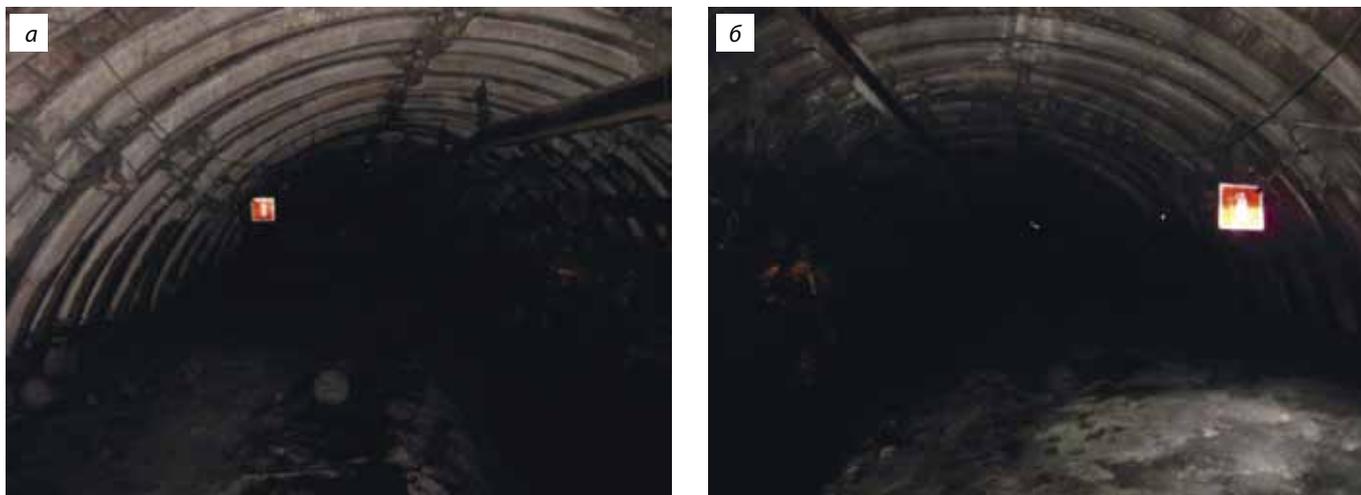


Рис. 2. Деформации контуров выработки: а – без деформаций; б – пучение почвы по центру

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНТУРА СЕЧЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ УСТАНОВКЕ ПРИПОЧВЕННЫХ ЗАКОНТУРНЫХ АНКЕРОВ ПО СМЕЩЕНИЮ И ПУЧЕНИЮ

Пласт D_6 опасен по газу и пыли, склонен к самовозгоранию, особо выбросоопасный; имеет сложное строение и состоит из 7-8 угольных пачек, разделенных прослоями аргиллита и углистого аргиллита мощностью 0,01-0,1 м. Угольные пачки сложены полублестящим, штриховато-полосчатым углем с коэффициентом крепости по шкале проф. М.М. Протоdjяконова $f = 0,8-1,5$. В нижнем слое пласта D_6 в 0,7 м от почвы имеется пачка перетертого угля землистого строения повышенной газоносности мощностью 0,1-0,25 м с коэффициентом крепости по шкале проф. М.М. Протоdjяконова $f = 0,5$.

В кровле пласта залегают аргиллиты мощностью 1-4 м прочностью $\xi_{сж} = 12-20$ МПа. Алевролиты темно-серые, трещиноватые, с линзами и прослоями сидеритизированной породы, средней устойчивости мощностью 7 м прочностью $\xi_{сж} = 30-50$ МПа.

Основная кровля представлена слоем песчаника линзовидного характера мощностью до 20 м. Песчаник серый, среднезернистый, слоистый, с включениями сидеритизированной породы, слаботрещиноватый, крепкий, с прочностью $\xi_{сж} = 50-65$ МПа.

Непосредственной почвой выработки является нижний слой пласта D_6 . В непосредственной почве пласта залегают аргиллиты средней крепости, мощностью 1-16 м, с прочностью $\xi_{сж} = 25$ МПа. Основная почва представлена песчаником мощностью до 25 м, $\xi_{сж} = 50-60$ МПа.

По результатам натурных наблюдений были выявлены пучения почвы выработки. Основная их доля приходится также на правую сторону выработки. Анализ пучения почвы показал, что в первый месяц после установки замерных станций пучение составило 18 мм. За второй месяц значения пучения почвы составили 11 мм. В третий месяц пучение почвы составило 9 мм (рис. 3). Пучение почвы объясняется залеганием низкопрочных аргиллитов в непосредственной почве пласта мощностью от 1 до 16 м.

Вентиляционный штрек № 334- D_6 -1 в пройден вприсечку к конвейерному штреку № 324- D_6 -1 в, что негативно влияет на состояние выработки. Основные деформации приходятся на правый бок выработки (рис. 4). Разгруженные породы отработанной лавы производят давление на стенки выработки [4].

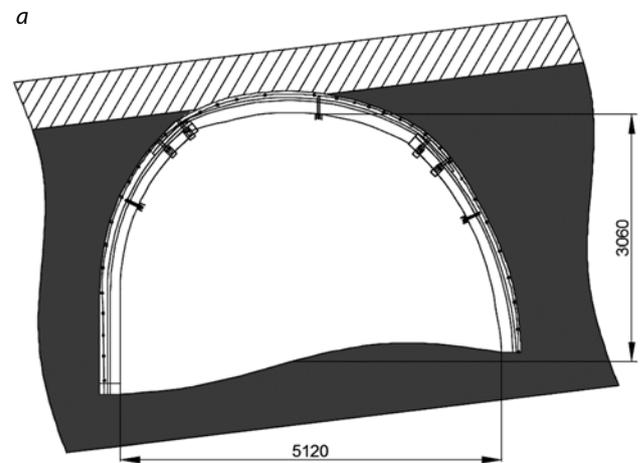
ВЫВОДЫ

Анализ горно-геологических и горнотехнических условий проведения вентиляционного штрека № 334- D_6 -1 в шахты «Казахстанская» свидетельствует, что среди факторов, оказывающих неблагоприятное влияние, отмечены такие, как: возможность встречи непрогнозируемых мелкоамплитудных нарушений, вскрытие и отход от пласта D_6 , встреча геологического нарушения с $H = 0,9$ м, геологическое нарушение типа «взброс» с амплитудой до $H = 17$ м.

В зонах пересечения нарушений породы – трещиноватые, каолизированные, устойчивые, склонные к обрушению, вывалам.



Рис. 3. Динамика развития пучения почвы выработки



б Структурная колонка пласта D_6

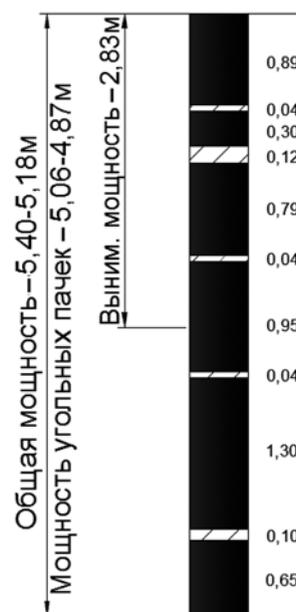


Рис. 4. Сечение выработки во время натурального наблюдения: а – поперечное сечение; б – структурная колонка пласта D_6

Натурные наблюдения за состоянием выработки в течение трех месяцев установили, что основные процессы деформации протекают в течение первого месяца после ее проведения. По результатам натурных наблюдений, в первый месяц после установки наблюдательной станции смещение и деформирование выработки составили 22 мм. Деформирование выработки за второй месяц составило 6 мм. Третий месяц натурных наблюдений за состоянием выработки выявил, что смещения составили 4 мм. Суммарное деформирование и смещение левого бока выработки за три месяца составили 32 мм. Наибольший эффект от установки контурных анкеров в почву выработки достигается на антисинклинальных участках выработок и выработках с прочными породами почвы.

Список литературы

1. Обоснование технологических схем анкерного крепления при проведении горных выработок / В.Ф. Демин, В.В. Яворский, Т.В. Демина и др. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 6-1. С. 27-32.
2. Сталеминеральная анкерная крепь в сложных горно-геологических условиях угольных шахт / А.В. Рогачков, А.С. Позолотин, А.А. Ренев и др. // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2014. № 2(102). С. 35-37.
3. Geomechanics substantiation of pillars development parameters in case of combined mining the contiguous steep ore bodies / D. Takhanov, B. Muratuly, Z. Rashid et al. // Mining of Mineral Deposits. 2021. Vol. 15. P. 50-58.
4. Численное моделирование геомеханических процессов с помощью программы «Phase 2» / А.Ж. Имашев, Н.Б. Бахтыбаев, Н. Тилеухан и др. // Горный журнал Казахстана. 2013. № 7. С. 14-16.

UNDERGROUND MINING

Original Paper

UDC 622.831:622.284.74(574.31) © N.B. Bakhtybaev, A.B. Kydrashov, B. Muratuly, Zh.K. Bogzhanova, L.M. Abdieva, 2021
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 10, pp. 4-8
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-10-4-8>

Title

INVESTIGATION INTO INSTALLATION OF PERIMETER GROUND BOLTS AT THE KAZAKHSTANSKAYA MINE OF THE ARCELORMITTAL TEMIRTAU COAL DEPARTMENT

Authors

Bakhtybaev N.B.¹, Kydrashov A.B.¹, Muratuly B.¹, Bogzhanova Zh.K.¹, Abdieva L.M.¹

¹Karaganda Technical University, Karaganda, 100012, Republic of Kazakhstan

Authors Information

Bakhtybaev N.B., PhD (Engineering), Associate Professor of Development of mineral deposits department, e-mail: n.bakhtybaev@kstu.kz

Kydrashov A.B., Doctoral student of Development of mineral deposits department, e-mail: a.kydrashov@mail.ru

Muratuly B., Doctoral student of Development of mineral deposits department, e-mail: berikbol_1993@mail.ru

Bogzhanova Zh.K., Senior lecturer of Development of mineral deposits department, e-mail: botikum@mail.ru

Abdieva L.M., Teacher of Development of mineral deposits department, e-mail: abdieva_@mail.ru

Abstract

The paper focuses on determining the optimal shape of mine sections in accordance with rock mass rating classifications for conditions of the Karaganda coal basin of the Republic of Kazakhstan. Research has been conducted on the preparation of initial data for the investigation into installation of perimeter ground bolts at the "Kazakhstanskaya" mine. Field observations and studies on displacement and heaving of the mine section contour during installation of the perimeter ground bolts at the Kazakhstanskaya mine were carried out.

Keywords

Drift, Rock bolt, Mine working, Displacement, Rock Mass, Stability, Contour, Deformation, Mine shaft, Support pillar.

References

1. Demin V.F., Yavorsky V.V., Demina T.V. et al. Justification of technological schemes for rock bolting in mine workings. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovaniy*, 2017, (6-1), pp. 27-32. (In Russ.).
2. Rogachkov A.V., Pozolotin A.S., RENEV A.A. et al. Steel-and-mineral bolt support in complex mining and geological conditions of coal mines. *Vestnik KuzGTU*, 2014, (102), pp. 35-37. (In Russ.).
3. Takhanov D., Muratuly B., Rashid Z. et al. Geomechanics substantiation of pillars development parameters in case of combined mining the contiguous steep ore bodies. *Mining of Mineral Deposits*, 2021, (15), pp. 50-58.
4. Imashev A.Zh., Bakhtybaev N.B., Tileukhan N. et al. Numerical modelling of geomechanical processes using "Phase 2" software. *Gornyy zhurnal Kazakhstana*, 2013, (7), pp. 14-16. (In Russ.).

For citation

Bakhtybaev N.B., Kydrashov A.B., Muratuly B., Bogzhanova Zh.K. & Abdieva L.M. Investigation into installation of perimeter ground bolts at the Kazakhstanskaya mine of the ArcelorMittal Temirtau Coal Department. *Ugol'*, 2021, (10), pp. 4-8. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2021-10-4-8](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2021-10-4-8).

Paper info

Received July 14, 2021

Reviewed August 26, 2021

Accepted September 15, 2021