

Код МРНТИ 52.13.23

Р.А. Мусин, Н.Б. Бахтыбаев, *С.С. Ефремова, Р.Х. Альжанов

Некоммерческое акционерное общество «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

РАЗРАБОТКА КРЕПЛЕНИЯ УСТЬЯ ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ШУРФА

Аннотация. В данной статье рассмотрен способ крепления вентиляционного шурфа на месторождении Жаман-Айбат, Карагандинской области, т.к. в настоящее время стенки шурфа остаются незакрепленными. В условиях рудника Жомарт шурфы были пройдены задолго до возведения крепи, поэтому секционный способ крепления не может быть реализован для горных выработок. Исходя из зависимости параметров крепи основной части ствола, от действующих в массиве напряжений, выполняется оценка напряженно-деформированного состояния. Для данного рудника определена длина анкеров и расстояние между ними. Определена технология крепления бортов и устьев шурфов, рассчитаны длина анкеров и толщина торкретбетона. Крепь шурфа должна состоять из двух частей: возле устья закреплена монолитной железобетонной крепью и основную часть ствола рекомендуется крепить комбинированной крепью.

Ключевые слова: шурф, вертикальный ствол, крепление горных выработок, зона разрушения, анкер.

Желдеткіш шурфтың аузын бекітуді әзірлеу

Аннотация. Бұл мақалада Қарағанды облысы, Жаманай-Айбат кен орнында желдеткіш шурфты бекіту әдісі қарастырылған, себебі қазіргі уақытта шурфтың қабырғалары бекітілмеген күйінде қалып отыр. Жомарт кенішінің жағдайында шурфтар бекіткіш тұрғызылғанға дейін ұзақ уақыт өткен, сондықтан секциялық бекіту әдісін тау-кен қазбалары үшін іске асыру мүмкін емес. Магистральдың негізгі бөлігін бекіту параметрлерінің массивтегі кернеулерге тәуелділігіне сүйеніп отырып, кернеулі деформацияланған күйді бағалау жүргізіледі. Бұл кеніш үшін якорьдің ұзындығы және олардың арасындағы қашықтық анықталады. Шурфтардың бүйірлері мен сағаларын бекіту технологиясы анықталды, якорьдің ұзындығы мен бетон торкретінің қалыңдығы есептелді. Шурфтың бекіткіші екі бөліктен тұруы керек: сағаның жанында монолитті темірбетон бекіткішпен бекітілген және магистральдың негізгі бөлігін біріктірілген бекіткішпен бекіту ұсынылады.

Түйінді сөздер: шурф, тік бөшке, тау-кен бекіткіші, қирау аймағы, анкер.

Development of fixing the mouth of the ventilation pit

Abstract. This article discusses the method of fixing the ventilation pit at the Zhaman-Aybat deposit, Karaganda region, because at present the walls of the pit remain not fixed. In the conditions of the Zhomart mine, the pits were passed long before the construction of the support, so the sectional method of fastening cannot be implemented for mining. Based on the dependence of the parameters of the support of the main part of the trunk on the stresses acting in the array, the stress-strain state is evaluated. The length of the anchors and the distance between them are determined for this mine. The technology of fixing the sides and mouths of the pits is determined, the length of the anchors and the thickness of the shotcrete concrete are calculated. The pit support should consist of two parts: it is fixed near the mouth with a monolithic reinforced concrete support and it is recommended to attach the main part of the trunk with a combined support.

Key words: pit, vertical shaft, fastening of mine workings, destruction zone, anchor.

Введение

Месторождение Жаман-Айбат находится в Жана-Аркинском районе Карагандинской области в 130 км к юго-востоку от города Жезказган.

В орографическом отношении район месторождения находится в пределах северо-восточной части обширной Сарысу-Чуйской аккумулятивной равнины с мелкохолмистым и равнинно-холмистым рельефом.

Абсолютные отметки поверхности равнины в северной части 280-320 м, в южной части 330-360 м. Центральную часть площади занимают вытянутые в субширотном направлении горы Жаман-Айбат, к которым пространственно приурочено месторождение. Абсолютная отметка поверхности в пределах месторождения: максимальная 380.9 м, минимальная 320.3 м.

Шурфы Блока 19, 37 «Вентиляционный шурф №3, Жомарт 2 были пройдены буровой установкой «RHINO 2007 DC». Для разработки технологического регламента были предоставлены материалы по воздухоподающему стволу №1 панели 37. Координаты устья оси шурфа составляют $x = 534.79$, $y = 172.24$, $z = 348$. Рассматриваемый шурф пройден в районе панели 37 в восточной части месторождения. Ствол предназначен для подачи воздуха в шахту. Глубина ствола 490,72 м. Нижняя отметка шурфа -142,72 м. Диаметр шурфа 4,5 м. Шурф был пройден в 2017 году. В настоящее время стенки шурфа не закреплены.

Методы исследований

Для крепления стволов, пройденных бурением, могут быть использованы стальные секционные крепи. Сущность стальной секционной крепи заключается

в следующем: стальная крепь нормального диаметра (4-5 м) состоит из отдельных колец высотой 1,5-3 м, которые изготавливают из листовой стали толщиной 16-20 мм и усиленных шпангоутами из швеллеров, выгнутых стенкой наружу и приваренных к обсадной трубе с внешней стороны. Овальность обсадной трубы не должна превышать 10 мм. Неперпендикулярность торца трубы к оси должна быть не более 1,6 мм. Размер профиля швеллера и шаг установки шпангоутов подбирают исходя из требуемой несущей способности (таблица 1) [1].

Проектируемая для спуска в ствол крепь должна быть проверена на устойчивость от внешнего гидростатического давления для гладких круглых труб по формуле [1]:

$$P_{кр} = \frac{E\delta^3}{4R_3(1-\mu^2)^2}, \quad (1)$$

где $P_{кр}$ – критическое давление на крепь, МПа;

E – модуль упругости, МПа;

δ – толщина стенки трубы, см;

R – заданный радиус трубы, см;

μ – коэффициент Пуассона стали [2].

Выбор диаметра секции крепи должен производиться исходя из диаметра выработки в бурении, требуемого диаметра в свету и по несущей способности крепи.

Длина секции должна определяться исходя из фактической кривизны ствола, по условию прохода секции через сечение ствола при ее спуске и проверяется по грузоподъемности прицепных средств.

Таблица 1

Выбор типоразмеров стальной секционной крепи

Кесте 1

Болат секциялық бекіткіштің стандартты өлшемдерін таңдау

Table 1

Selection of standard sizes of steel sectional support

Диаметр крепи, м	Диаметр крепи, м	Длина секции крепи, м	Число колец	Число шагов шпангоутов	Число шпангоутов	Несущая способность крепи, МПа	
						Критическое давление	Допустимое внешнее давление
2,3	2,34	6	4	7	8	0,904	0,632
				5	6	0,758	0,530
				3	4	0,584	0,408
2,6	2,64	6	4	7	8	0,626	0,438
				5	6	0,525	0,367
				3	4	0,405	0,283
2,85	2,89	6	4	7	8	0,475	0,332
				5	6	0,398	0,278
				3	4	0,307	0,214
3,2	3,24	3	2	3	4	0,335	0,234
				2	3	0,281	0,196
				1	2	0,216	0,151
3,5	3,54	3	2	3	4	0,257	0,179
				2	3	0,216	0,151
				1	2	0,107	0,074
4,3	4,34	3	2	3	4	0,138	0,096
				2	3	0,116	0,081
				1	2	0,089	0,062

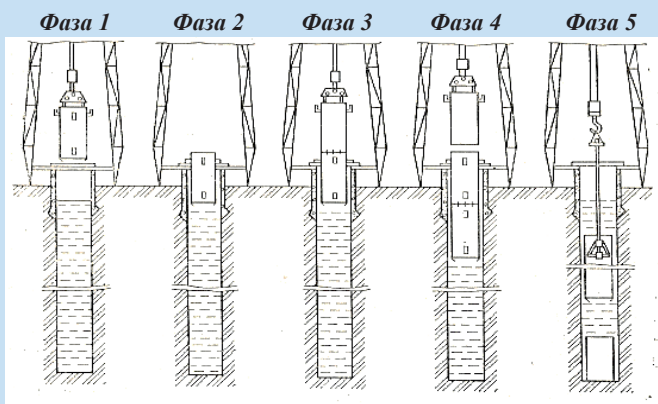


Рис. 1. Секционный способ крепления стволов.
Сурет 1. Бөшкелерді бекітудің секциялық әдісі.
Figure 1. Sectional method of fastening trunks.

Данный способ применим непосредственно после завершения бурения, когда ствол еще заполнен буровым раствором. Наличие бурового раствора позволяет выполнить равномерное тампонирование закрепного пространства [3]. В условиях рудника Жомарт шурфы были пройдены задолго до возведения крепи и имеют сбойку с горизонтальными выработками. В связи с чем, данный способ крепления не может быть реализован для шурфов, пробуренных RHINO 2007 DC.

Параметры крепи основной части ствола зависят от действующих в массиве напряжений. Предварительно выполняется оценка напряженно-деформированного состояния с помощью численных методов моделирования. Определяются размеры потенциальной зоны неупругих деформаций. Длина анкеров выбирается в зависимости от размеров потенциальной зоны неупругих деформаций. Длину анкеров можно определить из выражения:

$$L_{\text{анк}} = h_{\text{узд}} + 0,4, \text{ м,}$$

где $h_{\text{узд}}$ – размеры зоны разрушения вблизи ствола, м.

Для рассмотренного примера длину анкеров l_a следует принимать равной 2 м; расстояние между анкерами $0,7 l_a$, так как в красных аргиллитах или алевролитах по результатам моделирования потенциальные зоны неупругих деформаций распространяются на глубину 1,56 м при $GSI = 40$ и при глубине 500 м. В свою очередь, в бурых песчаниках глубина зоны распространения зоны неупругих деформаций не превышает 0,84 м, а в серых песчаниках эта зона распространяется на глубину 0,54 м. С учетом глубины заделки рекомендуется применять анкера длиной не менее 2 м (рисунок 1) [2].

Расчет крепи протяженной части стволов и шурфов следует производить на суммарное действие горизонтально-го (радиального) давления пород массива P_n и давления остаточного напора подземных вод P_2 с учетом технологической и монтажной нагрузок.

Общее давление надлежит определять на момент времени, когда оно является наибольшим.

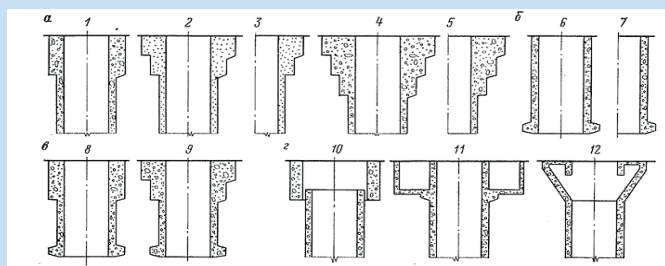


Рис. 2. Конструкции устьев стволов.
Сурет 2. Оқпандардың ауздарының конструкциялары.
Figure 2. Shaft mouth structures.

Расчетное горизонтальное (радиальное) давление пород P_n , кПа (тс/м²) на крепь протяженной части вертикальной выработки при отсутствии влияния горизонтальных деформаций от воздействия очистных работ следует определять по формуле [3]:

$$P_n = n m_y n_n P^0 [1 + 0,1(r_0 - 3)], \quad (2)$$

где r_0 – радиус выработки в свету, м;

n – коэффициент перегрузки, равный 1,3;

m_y – коэффициент условий работы, принимаемый по таблице 2;

n_n – коэффициент приведения к расчетному (максимальному) давлению при неравномерной эпюре нагрузок, принимаемый по таблице 3.

Таблица 2

Көэффициент условий работы крепи

Кесте 2

Бекіту шарттарының жұмыс көэффициенті

Table 2

Coefficient of working conditions of the support

Тип крепи	Көэффициент условий работы m_y
Набрызгбетонная	0,50
Сборная	0,75
Монолитная	0,80

Таблица 3

Көэффициент приведения к расчетному давлению

Кесте 3

Есептелген қысымға келтіру көэффициенті

Table 3

Reduction coefficient to the design pressure

Угол залегания пород, α , град	Көэффициент n_n	
	при последовательной и параллельной схемах проходки	при совмещенной схеме проходки
До 10	2,00	1,75
От 10 до 35	2,50	2,00
Более 35	2,75	2,25

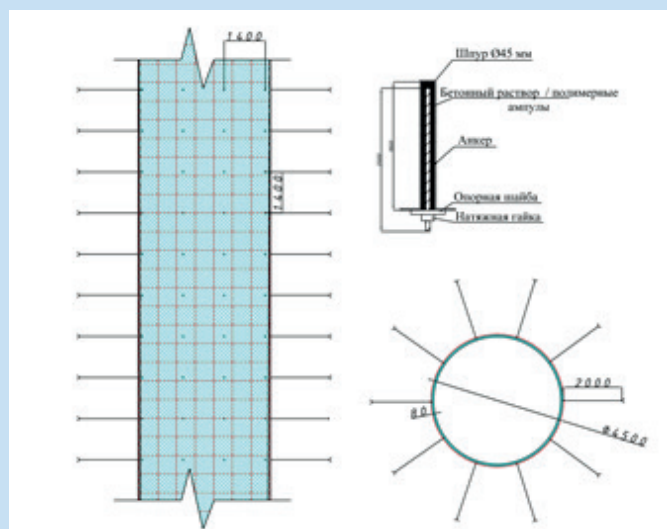


Рис. 3. Схема комбинированного крепления бортов шурфа.

Сурет 3. Шурфтың борттарын біріктірілген бекіту схемасы.

Figure 3. Scheme of combined mounting of the sides of the pit.

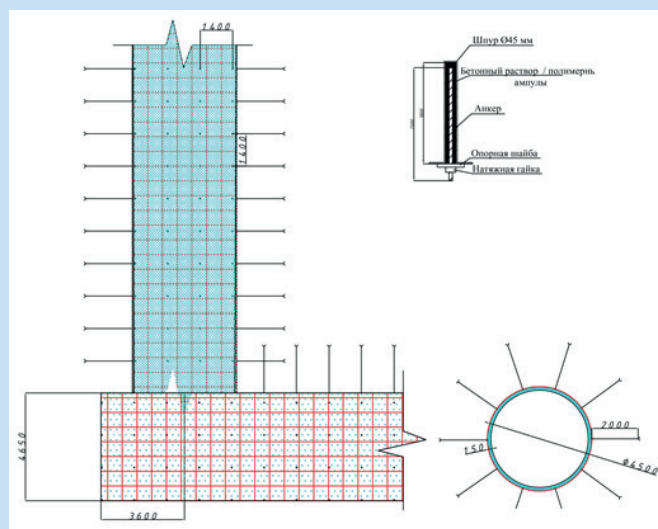


Рис. 4. Схема комбинированного крепления сопряжения с подходной.

Сурет 4. жақындан қосылумен аралас бекітпенің схемасы.

Figure 4. The scheme of the combined fastening of the interface with the approach.

При этом минимальная величина несущей способности крепи должна приниматься не менее величины расчетного давления на крепь без учета влияния очистных работ.

Примечание. Расчеты давления на крепь, конструктивные элементы защиты крепи вертикальных выработок при скользящих крепях с заполнением закрепного пространства следует производить по методикам специализированных организаций [4, 5, 6].

При проектировании горных выработок сумма остаточных водопритоков с водоносных горизонтов не должна превышать допустимого водопритока в ствол, установленного в главе СНиП по правилам производства и приемки работ подземных горных выработок.

В породах I категории устойчивости для участков сопряжений ствола, а также в породах II категории устойчивости на протяженных участках ствола толщина набрызг-бетонной крепи должна быть не менее 150 мм на глубинах

до 500 м и 200 мм на глубинах более 500 м (рисунок 4). При использовании торкретбетона крупность заполнителя не должна превышать 0,1-0,15 толщины торкретбетонной крепи.

Результаты исследований

По результатам выполненных исследовательских работ были сделаны следующие выводы:

1) На основе изученных данных была определена технология для крепления бортов и устьев шурфов. По результатам выполненных расчетов были рассчитаны и определены длины анкеров и толщина торкретбетона.

2) Крепь шурфа должна состоять из двух частей: часть ствола от непосредственного устья должна быть закреплена монолитной железобетонной крепью.

3) Основную часть ствола рекомендуется крепить комбинированной крепью (торкретбетон, сетка, анкерная крепь).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методические указания. Геотехнология строительная. // Донецк: Донецкий Национальный Технический Университет. 2017. С. 100-103 (на русском языке)
2. Исабек Т.К. Некоторые вопросы по переходу на комбинированную геотехнологию при добыче месторождения. / Т.К. Исабек, Ш.Б. Зейтинова. // Новости науки Казахстана. 2018. Вып. №4 (138). С. 100-107 (на казахском языке)
3. Demin V. Изучение влияния краевых защитных анкеров на пучение грунта горной выработки. / V. Demin, T. Demina, R. Musin, A. Zhutabekova. // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия геологических и технических наук. 2020. Т. 5 (443). С. 71-80 (на английском языке)
4. Grant Allen. Разработка и испытание беспилотной авиационной системы для измерения потока метана со свалок и горячих точек выбросов парниковых газов. / Grant Allen, Peter Hollingsworth, Christopher Kabbabe, Joseph R. Pitt, Mohammed I. Mead, Samuel Illingworth, Gareth Roberts, Mark Bourn, Dudev E. Shallcoss, Carl J. Percival. // Управление отходами. 2019. Т. 87. С. 883-892 (на английском языке)
5. Tremain Priscilla, Maddocks Andrew, Moghtaderi Behdad. Пилотное исследование окисления метана вентиляционного воздуха (VAM) с использованием ильменита. // 11-я Азиатско-Тихоокеанская конференция по сжиганию, ASPACC. 2017 (на английском языке)
6. Euler De Souza. Повышение энергоэффективности шахтных вентиляторных агрегатов. // Прикладная теплотехника 90. 2015. С. 1092-1097 (на английском языке)
7. Rabatuly M. Повышение эффективности добычи метана из угольных пластов. / M. Rabatuly, R.A. Musin, V.F. Demin, Sh.E. Usuraev, A.A. Kenetaeva. // Комплексное использование минерального сырья. 2022. Т. 324 (1). С. 5-11 (на английском языке)
8. Tianwei Lan, Hongwei Zhang, Sheng Li, Irina Batugina, Andrian Batugin. Применение и развитие метода геодинамического районирования по данным прогноза геодинамической опасности на угольных шахтах Китая. // Серия конференций IOP: Науки о Земле и окружающей среде. 2019. Т. 221. С. 1-8 (на английском языке)
9. Andrian Batugin, Valeria Musina, Irina Golovko. Анализ геодинамических условий района расположения горящих угольных отвалов. // Серия конференций IOP: Науки о Земле и окружающей среде. 2017. Т. 95. Вып. 4. С. 1-8 (на английском языке)
10. Извлечения метана из угольных пластов для обеспечения безопасного проведения горных работ в угольных шахтах Карагандинского бассейна. / Е.С. Филимонов, В.С. Портнов, А.А. Кенетаева, М. Рабатулы. // Монография. Караганда: НАО КарТУ имени Абылкаса Сагинова, 2022, 145 с. (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Әдістемелік нұсқаулар. Құрылыс геотехнологиясы. // Донецк: Донецк Ұлттық Техникалық Университеті. 2017. Б. 100-103 (орыс тілінде)
2. Исабек Т.К. Кен орнын өндіруде аралас геотехнологияға ауысу жөніндегі кейбір мәселелер. / Т.К. Исабек, Ш.Б. Зейтинова. // Қазақстан ғылымының жаңалықтары. 2018. Шығ. №4 (138). Б. 100-107 (қазақ тілінде)

3. Demin V. Тау кен қазбасының топырағын қопсыту үшін шеткі қорғаныс тіреулерінің әсерін оқу. / V. Demin, T. Demina, R. Musin, A. Zhumabekova. // Жаңалықтар Қазақстан Республикасының Ұлттық Ғылым академиясы. Геологиялық және техникалық ғылымдар сериясы. 2020. Т. 5 (443). Б. 71-80 (ағылшын тілінде)
4. Grant Allen. Полигондар мен парниктік газдар шығарындыларының ыстық нүктелерінен метан ағынын өлшеуге арналған ұшқышсыз авиациялық жүйені әзірлеу және сынау. / Grant Allen, Peter Hollingsworth, Khristopher Kabbabe, Joseph R. Pitt, Mohammed I. Mead, Samuel Illingworth, Gareth Roberts, Mark Bourn, Dudey E. Shallcross, Carl J. Percival. // Қалдықтарды басқару. 2019. Т. 87. Б. 883-892 (ағылшын тілінде)
5. Tremain Priscilla, Maddocks Andrew, Moghtaderi Behdad. Ильменитті қолдана отырып, желдету ауасының метан тотығуын (VAM) пилоттық зерттеу. // 11-ші Азия-Тынық мұхиты өртеу конференциясы, ASPACC. 2017 (ағылшын тілінде)
6. Euler De Souza. Шахталық желдеткіш агрегаттардың энергия тиімділігін арттыру. // Қолданбалы жылу техникасы 90. 2015. Б. 1092-1097 (ағылшын тілінде)
7. Rabatuly M. Көмір қабаттарынан метан өндірудің тиімділігін арттыру. / M. Rabatuly, R.A. Musin, V.F. Demin, Sh.E. Usupaev, A.A Kenetaeva. // Минералды шикізатты кешенді пайдалану. 2022. Т. 324 (1). Б. 5-11 (ағылшын тілінде)
8. Tianwei Lan, Hongwei Zhang, Sheng Li, Irina Batugina, Andrian Batugin. Қытай көмір шахталарында геодинамикалық қауіптілік болжамының деректері бойынша геодинамикалық аудандастыру әдісін қолдану және дамыту. // IOP конференциялар сериясы: Жер және қоршаған орта туралы ғылымдар. 2019. Т. 221. Б. 1-8 (ағылшын тілінде)
9. Andrian Batugin, Valeria Musina, Irina Golovko. Жанып жатқан көмір үйінділерінің орналасу аймағының геодинамикалық жағдайларын талдау. // IOP конференциялар сериясы: жер және қоршаған орта туралы ғылымдар. 2017. Т.95. Шығ. 4. Б. 1-8 (ағылшын тілінде)
10. Қарағанды бассейнінің көмір шахталарында тау-кен жұмыстарын қауіпсіз жүргізуді қамтамасыз ету үшін көмір қабаттарынан метан алу. / Е.С. Филимонов, В.С. Портнов, А.А.Кенетаева, М. Рабатұлы. // Монография. Қарағанды: Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті коммерциялық емес акционерлік қоғамы, 2022, 145 б. (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Metodicheskie ukazaniya. Geotehnologija stroitel'naja. // Doneck: Doneckij Nacional'nyj Tehnicheskij Universitet. 2017. S. 100-103 [Methodical instructions. Geotechnology construction. // Donetsk: Donetsk National Technical University. 2017. P. 100-103] (in Russian)
2. Isabek T.K. Ken ornyn öndirude aralas geotehnologiyağa auysy jöndegü keibir mäseleler. / T.K. Isabek, Ş.B. Zeitinova. // Qazaqstan ғылымның жаңалықтары. 2018. Şығ. №4 (138). Б. 100-107 [Study of the influence of edge protective anchors on the heaving of the mining soil. // Kazakhstan Science News. 2018. Issue 4 (138). P. 100-107] (in Kazakh)
3. Demin V. Study of edge protecting anchors influence on soil heaving of the mine working. / V. Demin, T. Demina R. Musin, A. Zhumabekova. // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. 2020. Vol. 5 (443). P. 71-80 (in English)
4. Grant Allen. The development and trial of an unmanned aerial system for the measurement of methane flux from landfill and greenhouse gas emission hotspots. / Grant Allen, Peter Hollingsworth, Khristopher Kabbabe, Joseph R. Pitt, Mohammed I. Mead, Samuel Illingworth, Gareth Roberts, Mark Bourn, Dudey E. Shallcross, Carl J. Percival. // Waste Management. 2019. Vol. 87. P. 883-892 (in English)
5. Tremain Priscilla, Maddocks Andrew, Moghtaderi Behdad. A pilot-scale study on the oxidation of ventilation air methane (VAM) using ilmenite. // 11th Asia-Pacific Conference on Combustion, ASPACC. 2017 (in English)
6. Euler De Souza. Improving the energy efficiency of mine fan assemblages. // Applied Thermal Engineering 90. 2015. P. 1092-1097 (in English)
7. Rabatuly M. Improving the efficiency of methane extraction from coal seams. / M. Rabatuly, R.A. Musin, V.F. Demin, Sh.E. Usupaev, A.A Kenetaeva. // Complex Use Of Mineral Cheese. 2022. Vol. 324 (1). P. 5-11 (in English)
8. Tianwei Lan, Hongwei Zhang, Sheng Li, Irina Batugina, Andrian Batugin. Application and Development of the Method of Geodynamic Zoning According to Geodynamic Hazard Forecasting at Coal Mines in China. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 221. P. 1-8 (in English)
9. Andrian Batugin, Valeria Musina, Irina Golovko. Analysis of Geodynamical Conditions of Region of Burning Coal Dumps Location. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2017. Vol. 95. Issue. 4. P. 1-8 (in English)

10. *Iz vlechenija metana iz ugol'nyh plastov dlja obespechenija bezopasnogo provedenija gornyh rabot v ugol'nyh shaftah Karagandinskogo bassejna. / E.S. Filimonov, V.S. Portnov, A.A. Kenetaeva, Rabatuly M. // Monografija. Karaganda: NAO KarTU imeni Abylkasa Saginova. 2022. S.145 [Extraction of methane from coal seams to ensure safe mining operations in the coal mines of the Karaganda basin. Monograph. Karaganda: Non-Profit Joint Stock Company KarTU named after Abylkas Saginov, 2022, 145 p.] (in Russian)*

Сведения об авторах:

Мусин Р.А., PhD, и.о. доцента кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), r.a.mussin@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1206-6889>

Бахтыбаев Н.Б., кандидат технических наук, доцент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), nurbol_1104@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9816-9765>

Ефремова С.С., преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), svetik_1976@bk.ru; <https://orcid.org/0009-0001-2667-2599>

Альжанов Р.Х., докторант кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), Arvion_12@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0003-3751-8540>

Авторлар туралы мәліметтер:

Мусин Р.А., PhD, «Әбылқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кенорындарын өңдеу» кафедрасының доцент м.а. (Қарағанды қ., Қазақстан)

Бахтыбаев Н.Б., техника ғылымдарының кандидаты, «Әбылқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кенорындарын өңдеу» кафедрасының доценті (Қарағанды қ., Қазақстан)

Ефремова С.С., «Әбылқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кенорындарын өңдеу» кафедрасының оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан)

Альжанов Р.Х., «Әбылқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кенорындарын өңдеу» кафедрасының докторанты (Қарағанды қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Musin R.A., PhD, Senior Lecturer at the Department «Development of mineral deposits» of the Non-profit Joint-Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Bakhtybaev N.B., Candidate of Technical Sciences, Docent at the Department «Development of mineral Deposits» of the Non-Commercial Joint-Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Efremova S.S., Lecturer at the Department «Development of mineral deposits» of the Non-profit Joint-Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Al'zhanov R.Kh., Doctoral Student at the Department «Development of mineral Deposits» of the Non-Commercial Joint-Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)