

Код МРНТИ 52.13.15

*А.Б. Жиенбаев, М.А. Жараспаев, Е.А. Абеуов, М.Ж. Балпанова

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

ОБОСНОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КАМЕРНО-СТОЛБОВОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Аннотация. В данной работе на основании анализа результатов геомеханического мониторинга за выработанным пространством рудника Жомарт показан один из способов обоснования изменения конструктивных элементов камерно-столбовой системы на примере месторождения Жаман-Айбат, которое имеет схожие горно-геологические условия (слагающие породы, глубина залегания, мощность рудных тел) с Жезказганским месторождением, но его прочностные характеристики массива ниже почти в два раза. Строение толщи характеризуется частым прослаиванием вмещающих пород и руды, включая значительно более слабые прослойки углистых и глинистых пород. Были выявлены закономерности, на основе которых предложены и изменены параметры камерно-столбовой системы разработки для отработки запасов в блоке 19-С₂.

Ключевые слова: геомеханический мониторинг, глубина залегания, мощность, рудные тела, целик, закономерность, конгломерат, камерно-столбовая система разработки, параметры, крепость пород.

Геомеханикалық мониторинг нәтижелерін талдау негізінде бөлме-бағаналық даму жүйесінің параметрлерінің өзгеруін негіздеу

Андатпа. Бұл жұмыста Жомарт кенішінің өндірілген кеңістігіне геомеханикалық мониторинг нәтижелерін талдау негізінде Жезказған кен орнымен ұқсас тау-кен-геологиялық жағдайлары (жыныстарды құрайтын, пайда болу тереңдігі, кен денелерінің қуаты) бар Жаман-Айбат кен орнының мысалында Камералық-бағаналық жүйенің құрылымдық элементтерінің өзгеруін негіздеу тәсілдерінің бірі көрсетілген, бірақ оның массивтің беріктік сипаттамалары төменде екі есе дерлік. Қалыңдықтың құрылымы көміртекті және сазды жыныстардың едәуір әлсіз қабатын қоса алғанда, негізгі жыныстар мен кендерді жиі тыңдаумен сипатталады. 19-С₂ блогындағы қорларды пысықтау үшін камералық-бағаналық игеру жүйесінің параметрлері ұсынылған және өзгертілген заңдылықтар анықталды.

Түйінді сөздер: геомеханикалық бақылау, тереңдік, қалыңдық, кен денелері, тірек, өрнек, конгломерат, бөлме-бағаналық тау-кен жүйесі, параметрлер, тау жыныстарының қаттылығы.

Substantiation of the change in the parameters of the room-and-pillar development system based on the analysis of the results of geomechanical monitoring

Abstract. In this paper, based on the analysis of the results of geomechanical monitoring of the goaf of the Zhomart mine, one of the ways to justify the change in the structural elements of the room-and-pillar system is shown using the example of the Zhaman-Aibat deposit, which has similar mining and geological conditions (constituent rocks, depth of occurrence, thickness of ore bodies) with the Zhezkazgan deposit, but its strength characteristics of the massif are almost two times lower. The structure of the sequence is characterized by frequent interbedding of host rocks and ore, including much weaker interlayers of carbonaceous and clayey rocks. Regularities were identified, on the basis of which the parameters of the room-and-pillar mining system for mining reserves in block 19-C₂ were proposed and changed.

Key words: geomechanical monitoring, depth, thickness, ore bodies, pillar, pattern, conglomerate, room-and-pillar mining system, parameters, rock hardness.

Введение

Месторождение Жаман-Айбат (рудник Жомарт) находится в Центральном Казахстане. Горно-геологические условия аналогичны Жезказганскому месторождению: пологие залежи медистых песчаников крепостью $f = 12$, мощностью 2...8 м, в стратифицированной толще осадочных пород песчаники, алевролиты, аргиллиты средней крепостью $f = 9$ расположены на глубине 500...700 м. В геологическом строении рудного поля принимают участие различные по генезису и возрасту стратиграфические образования¹. Вкрапленное медное оруденение блока 19-С₂ локализовано преимущественно в сероцветных песчаниках с прослоями серых, зеленовато-серых алевролитов и аргиллитов, межформационных конгломератов. В кровле рудного тела в основном залегают сероцветные песчаники, реже – зеленовато-серые алевролиты и аргиллиты, при намокании алевролиты размокают и интенсивно разрушаются. В почве рудного тела залегают сероцветные песчаники, конгломераты, зеленовато-серые алевролиты и аргиллиты, реже – красноцветные алевролиты и аргиллиты.

Коэффициент крепости горных пород по шкале проф. Протодяконова, определенный методом дробления проб, имеет значения от 6,1 до 13,3 (среднее – 8,9); категория устойчивости выработки третья. Данный район отнесен к сложным горно-геологическим условиям.

Методы исследования

Запасы верхней части блока 19-С₂ обрабатывались панельно-столбовой системой со следующими параметрами: размер междукамерного целика 10 × 10 м, высотой до 12 м; пролет очистной камеры 9 м; сетка расположения междукамерных целиков 19 × 19 м; ширина барьерного целика 40 м при проходке в ней панельного штрека 45 м; пролет панели в свету 85 м.

По состоянию устойчивости междукамерных целиков всего оформлено 116, из них 25 целиков имеют отслоения боковых поверхностей мощностью 0,2-1,5 м, что свойственно горно-геологическим условиям рудника Жомарт² [1]. Степень разрушения имеют 8 оформленных междукамерных целиков: до 10% – 4; до 30% – 3; более 30% – 1, что составляет менее 7% всех оформленных целиков. Также стоит отметить, нет ни одного полностью разрушенного целика. В основном

¹Отчет о результатах разведки месторождения Жаман-Айбат с подсчетом запасов по состоянию на 13.03.1999 г. – Жезказган: Фонды ОАО «Жезказгангеология», 1999.

Таблица 1

Процентное соотношение общей площади вывалов пород с кровли к общей площади обнажения кровли по ранее принятым параметрам панельно-столбовой системы разработки на руднике Жомарт

Кесте 1

Жомарт кенішіндегі панельді-бағаналық тау-кен жүйесінің бұрын қабылданған параметрлері бойынша төбеден түсетін тау жыныстарының жалпы алаңының шатыр экспозициясының жалпы ауданына пайыздық қатынасы

Table 1

Percentage of the total area of rock falls from the roof to the total area of the roof exposure according to the previously accepted parameters of the panel-pillar mining system at the Zhomart mine

Параметры ПСС	Количество панелей/блоков, шт	Суммарная площадь обнажения кровли, м ²	Суммарная площадь вывалов пород с кровли, м ²	Соотношение вывалов к площади обнажения, %
с шириной камеры 9 м	92	1747438	229993	13
с шириной камеры 7 м	4	39021	298	1
блок 19-С ₂ с шириной камеры 9 м	9	51796	18271	35

отслоения с боковых поверхностей, приводившие к ослаблению междукамерных целиков, происходили в результате вывалов пород с кровли и в районах геологической нарушенности (разломов, трещин).

В блоке 19-С₂ были приняты «Параметры 3» (как основные), местами была уменьшена ширина камер до 7-8 м, оставлены рудные корки в кровле мощностью до 2 м. Данные меры не принесли положительных результатов и не позволили продолжить очистную выемку запасов в блоке.

Основными конструктивными элементами, которые обеспечивают устойчивость выработанного пространства при камерно-столбовой (панельно-столбовой) системе разработки являются камера и целик, параметры которых должны обеспечивать экономическую эффективность и безопасные условия горных работ.

Проектом предусмотрено две стадии разработки. Первая стадия – отработка запасов камерно-столбовой системой разработки с оставлением междукамерных (площадью 10 × 10 м) и барьерных целиков (шириной 40 м с шагом 125 м). Вторая стадия – извлечение целиков с погашением выработанного пространства обрушением налегающей толщи.

Результаты и их обсуждение

При принятии таких же параметров камерно-столбовой системы разработки, что и на Жезказганском месторождении, в первых оформляемых панелях месторождения Жаман-Айбат были отмечены резкие ухудшения геомеханической ситуации с разрушением целиков и обрушением кровли. Это было связано с наличием большого количества ослабляющих факторов, таких как частая слоистость, сильная трещиноватость, наличие слабых прослоек, прочность пород и их слабая устойчивость^{1,2} [1]. Например, при прочности руды в образце на сжатие на Жезказганском месторождении в 200-210 МПа, на месторождении

Жаман-Айбат руда имеет средние прочностные характеристики около 120 МПа. В связи с этим за весь период отработки (с 2006 г.) на месторождении Жаман-Айбат неоднократно менялись параметры камерно-столбовой системы отработки; последние изменения были внесены в опытно-промышленном порядке в 2021 г. Пролет панели уменьшали с 150 м до 125 м и до 85 м; ширину барьерных целиков – с 60 м до 40 м и до 30 м в 2019 г. Междукамерные целики принимали квадратными 9 м × 10 м, 10 м × 10 м, 7 × 7 м, сдвоенными 9 м × 30 м. Опыт применения параметров камерной столбовой системы представлен в работах [2-5].

Обоснование обеспечения устойчивости пролета кровли на месторождении Жаман-Айбат³ были рассмотрены в работах [6-8], где расчетным способом и моделированием установлены, что при уменьшении ширины камеры с 9 м до 7 м устойчивость кровли вырастает до 1,7 раза; при ширине 6 м – более, чем в 2 раза.

Опыт применения ширины камеры 6 м (2020 г.) в панели 95-сев залежи 4-I показал свою неэффективность при использовании имеющегося оборудования, на основании чего были возвращены действующие параметры камерно-столбовой системы шириной камер 9 м для дальнейшей отработки камерных запасов.

С июня 2022 г. начались опытно-промышленные работы в блоке 56-С₂ с пролетами камер 7 м и шириной междукамерных целиков 7 м × 7 м, которые показали свою эффективность (табл. 1). Суммарная площадь вывалов пород кровли, согласно геомеханическим планам и геомеханическому мониторингу за выработанным пространством, уменьшилась с 13% до 1%, т. е. более, чем в десять раз.

Результаты геомеханического мониторинга обобленного блока 19-С₂ с принятыми стандартными

²Рекомендации по системам разработки и их параметрам для отработки залежей в поле рудника Жомарт 2. №04-3.1.4-9-263а от 08.08.2018 г. – Приложение 2. Анализ проявления горного давления на руднике Жомарт. – ГМО ТОО «Корпорация Казахмыс», 2018. – 16 с.

³Рекомендации по системам разработки и их параметрам для отработки залежей в поле рудника Жомарт 2. №04-3.1.4-9-263а от 08.08.2018 г. Приложение 3. Расчет параметров камерно-столбовой системы разработки на руднике Жомарт 2. – ГМО ТОО «Корпорация Казахмыс», 2018. – 22 с.

Таблица 2

Процентное соотношение общей площади вывалов пород с кровли к общей площади обнажения кровли блока 19-С₂ рудника Жомарт

Кесте 2

Жомарт кенішінің 19-С₂ блогының төбесінен төбенің жалпы ауданына түсетін тау жыныстарының жалпы алаңының пайызы

Table 2

Percentage of the total area of rock falls from the roof to the total area of the roof outcrop of block 19-С₂ of the Zhomart mine

Панель	Залежь	Площадь панели, м ²	Площадь целиков, м ²	Количество целиков, шт	Площадь обнажения кровли, м ²	Площадь вывалов, м ²	Количество вывалов, шт	Соотношение вывалов к площади обнажения, м ²
1 восток	4-I	15362	4795	22	10567	3298	26	31
2 восток	4-I	7547	1760	10	5787	1932	18	33
3 восток	4-I	5136	1057	7	4079	624	5	15
4 восток	4-I	1493	137	1	1356	243	2	18
4	4-I	12959	3217	14	9742	2274	21	23
2 запад	4-I	10115	5592	33	4523	3766	22	83
4 запад	4-I	2854	260	2	2594	350	6	13
5 запад	4-I	7796	1600	10	6196	3002	14	48
6 запад	4-I	9943	2991	17	6952	2782	26	40
				Всего	51796	18271	Среднее	35

параметрами – шириной камеры 9 м и междукамерными целиками 10 × 10 м – показали более сложные горно-геологические условия по сравнению с основными залежами месторождения Жаман-Айбат. Никакие технические решения за период ведения горных работ в 2013-2014 гг., 2016-2018 гг., 2020 г., такие как оставление рудной потолочины, увеличение толщины торкрет-бетонного крепления, бурение дренажных скважин, изменения паспортов буровзрывных работ не позволили продолжить добычные работы с применением камерно-столбовой системы разработки.

За указанный период добычные работы в блоке велись в 9 панелях, выемочная мощность составила от 3,5 м до 10,5 м, средняя 5,5 м. Обнажено ~ 52000 м² площади кровли, зарегистрированы вывалы общей площадью ~18000 м², мощностями от 0,2 м до 8,0 м в среднем 3,5-4,0 м. Соотношение вывалов пород с кровли и площади обнажения кровли составляет 35% (табл. 2), что в несколько раз превышает данные показатели по ранее принятым системам разработки в поле рудника Жомарт 1 (табл. 1).

Выводы

На основании ранее произведенных расчетов^{2, 3} моделирования устойчивости пролета камер, целиков [6] и их анализа предложены новые параметры для камерно-столбовой системы разработки блока 19-С₂ рудника Жомарт. Головным проектным институтом ТОО «Корпорация Казахмыс» в данное время разрабатывается проект по опытно-промышленным работам со следующими параметрами: ширина камер 7,0 м; ширина междукамерного целика 9 м × 9 м при мощности отработки до 8 м. Рекомендуется оставлять сдвоенные целики 9 м × 25 мм при мощности до 12 м; количество междукамерных целиков в ряду принимать стандартным в 4 ряда с оформлением 5 камер.

К основным выводам данной работы можно отнести следующее: только обоснованный геомеханический анализ результатов геомеханического мониторинга позволяет внедрять, изменять параметры конструктивных элементов системы разработки, обеспечивающих не только выполнение плана производства, но и безопасные условия отработки месторождения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Жараспаев М.А., Толысбаев А.К. Определение прочности пород в массиве на основе применения обратных расчетов (рудник Жомарт, Республика Казахстан). // Интерактивные технологии в науке и образовании: сборник статей победителей IV Международной научно-профилактической конференции. – Пемза: МЦНС «Наука и просвещение», 2017. – Ч. 1. – С. 245-247 (на русском языке)
2. Ghasemi E., Ataei M., Shahriar K. Интеллектуальный подход к прогнозированию размеров колонн при проектировании камерных и столбовых угольных шахт. // Международный журнал горной механики и горных наук – 2014. – Т. 65. – С. 86-95 (на английском языке)

3. Erik C. Westman, Ryan J. Molka, William J. Conrad. Наземный мониторинг шахт с камерно-столбовой системой разработки с оставлением целиков в Центральных Аппалачах. // Международный журнал горной науки и технологий. – 2017. – Том 27. – Вып. 1. – С. 65-69 (на английском языке)
4. Klemetti T.M., Sears M.M., Tulu I.V. Проблемы проектирования панелей отступа при камерно-столбовой системе разработки. // Международный журнал горной науки и технологий. – 2017. – Т. 27. – Вып. 1. – С. 29-35 (на английском языке)
5. Жараспаев М.А. Опыт применения панельно-столбовой системы разработки на месторождении Жаман-Айбат (Республика Казахстан). // Интерактивная наука. – 2017. – №1 (11). – С. 122-126 (на русском языке)
6. Абеуов Е.А. Жараспаев М.А. Обоснование допустимых пролетов при камерно-столбовой системе разработки на месторождении Жаман-Айбат. // Горный журнал Казахстана. – Алматы, 2019. – №5. – С. 37-41 (на русском языке)
7. Абеуов Е.А., Бауизбаев М.Б., Айтуганова Ж.Е. Технологическое решение по очистной выемке рудных тел открытыми камерами с подэтажной отбойкой. // Труды Международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа Плана нации» (Сагиновские чтения №10). – 2018. – Ч. IV. – С. 12-14 (на русском языке)
8. Ерофеев Н.П. Оптимальные размеры охранных целиков при панельно-столбовой системе разработки. // Сб. трудов ИГД АН КазССР. – Алма-Ата, 1979. – Т. 56. – С. 65-69 (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Жараспаев М.А., Толысбаев А.Қ. Кері есептеулерді қолдану негізінде массивтегі тау жыныстарының беріктігін анықтау (Жомарт кеніші, Қазақстан Республикасы). // Ғылым мен білімдегі интерактивті технологиялар: IV Халықаралық ғылыми-профилактикалық конференция жеңімпаздарының мақалалар жинағы. – Пенза: ICNS «Ғылым және білім», 2017. – Бөл. 1. – Б. 245-247 (орыс тілінде)
2. Ghasemi E., Ataеi M., Shahriar K. Бөлме және тірек көмір шахталарын жобалау кезінде тірек өлшемдерін болжауға арналған интеллектуалды тәсіл. // Тау-кен механикасы және тау-кен ғылымдарының халықаралық журналы. – 2014. – Т. 65. – Б. 86-95 (ағылшын тілінде)
3. Erik C. Westman, Ryan J. Molka, William J. Conrad. Орталық Аппалачиядағы шегініс бөлмесі мен тіреуіш шахтасының жерүсті бақылау мониторингі. // Тау-кен ғылымы мен технологиясының халықаралық журналы. – 2017. – Т. 27. – Шығ. 1. – Б. 65-69 (ағылшын тілінде)
4. Klemetti T.M., Sears M.M., Tulu I.V. Бөлме мен тіреуіш панельдерінің дизайн мәселелері. // Тау-кен ғылымы мен технологиясының халықаралық журналы. – 2017. – Т. 27. – Шығ. 1. – Б. 29-35 (ағылшын тілінде)
5. Жараспаев М.А. Жаман-Айбат кен орнында панельді-бағаналық өңдеу жүйесін пайдалану тәжірибесі (Қазақстан Республикасы): журнал. // Интерактивті ғылым. – 2017. – №1(11). – Б. 122-126 (орыс тілінде)
6. Әбеуов Е.А. Жараспаев М.А. Жаман-Айбат кен орнындағы үй-жайлы тау-кен жүйесіндегі рұқсат етілген аралықты негіздеу. // Қазақстан тау-кен журналы. – Алматы, 2019. – №5. – Б. 37-41 (орыс тілінде)
7. Әбеуов Е.А., Байызбаев М.Б., Айтуганова Ж.Е. Деңгейден тыс жарылған ашық камералары бар кен денелерін тазарту қазбасының технологиялық шешімі. // «Ғылым, білім және өндіріс интеграциясы – Ұлт жоспарының негізі» халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдары (Сагинов оқулары №10). – 2018. – Ч. IV. – Б. 12-14 (орыс тілінде)
8. Ерофеев Н.П. Панельдік тіректерді әзірлеу жүйесіндегі қауіпсіздік тіректерінің оңтайлы өлшемдері. // ҚазССР ҒА Тау-кен ісі институтының еңбектер жинағы. – Алма-Ата, 1979. – Т.56. – Б. 65-69 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Zharaspaev M.A., Tolysbaev A.K. Opredelenie prochnosti porod v massive na osnove primeneniya obratnykh raschetov (rudnik Zhomart, Respublika Kazaxstan) [Determination of the strength of rocks in the massif based on the use of reverse calculations (Zhomart mine, Republic of Kazakhstan)]. // Interaktivnyye texnologii v nauke i obrazovanii: Sbornik statej pobeditelej IV Mezhdunarodnoj nauchno-profilakticheskoy konferencii =

- Interactive technologies in science and education. Collection of articles of the winners of the IV International Scientific and Preventive Conference. – Penza: MCNS «Nauka i prosveshhenie» = MCNS "Science and Education", 2017. – P. 245 – 247 (in Russian)*
2. *Ghasemi E., Ataei M., Shahriar K. An intelligent approach to predict pillar sizing in designing room and pillar coal mines. // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. – 2014. – Vol. 65. – P. 86-95 (in English)*
 3. *Erik C. Westman, Ryan J. Molka, William J. Conrad. Ground control monitoring of retreat room-and-pillar mine in Central Appalachia. // International Journal of Mining Science and Technology. – 2017. – Vol. 27. – Issue 1. – P. 65-69 (in English)*
 4. *Klemetti Ted M., Sears Morgan M., Tulu Ihsan B. Design concerns of room and pillar retreat panels. // International Journal of Mining Science and Technology. – 2017. – Vol. 27. – Issue 1. – P. 29-35 (in English)*
 5. *Zharaspaev M.A. Opyt primeneniya panel'no-stolbovoj sistemy razrabotki na mestorozhdenii Zhaman-Ajbat (Respublika Kazaxstan) [Experience in using a panel-pillar development system at the Zhaman-Aibat field (Republic of Kazakhstan)]. // Interaktivnaya nauka = Interactive science. – 2017. – №1(11). – P. 122-126 (in Russian)*
 6. *Abeuov E.A. Zharaspaev M.A. Obosnovanie dopustimyx proletoy pri kamerno-stolbovoj sisteme razrabotki na mestorozhdenii Zhaman-Ajbat [Justification of allowable spans in the room-and-pillar development system at the Zhaman-Aibat field]. // Gornyy zhurnal Kazaxstana = Mining Journal of Kazakhstan. – 2019. – №5. – P. 37-41 (in Russian)*
 7. *Abeuov E.A., Baizbaev M.B., Aituganova Zh.E. Texnologicheskoe reshenie po ochistnoy vyemke rudnyx tel otkrytymi kamerami s pode'tazhnoj otbojkoy [Technological solution for the clearing excavation of ore bodies with open chambers with sublevel breaking]. // Trudy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Integraciya nauki, obrazovaniya i proizvodstva – osnova Plana natsii» (Saginovskie chteniya №10) = Proceedings of the International Scientific and Practical Conference «Integration of Science, Education and Production – the Basis of the Plan of the Nation» (Saginov Readings №10). – 2018. – Part IV. – P. 12-14 (in Russian)*
 8. *Erofeev N.P. Optimal'nye razmery oxrannyx celikov pri panel'no-stolbovoj sisteme razrabotki [Optimal dimensions of security pillars in the panel-pillar development system]. // Sb. trudov IGD AN KazSSR = Proceedings of the Institute of Mining of the Academy of Sciences of the KazSSR. – Alma-Ata, 1979. – T. 56. – P. 65-69 (in Russian)*

Сведения об авторах:

Жиенбаев А.Б., докторант кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. А. Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), Zhiyenbaev@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4347-8608>

Жараспаев М.А., заместитель начальника геомеханического отдела Товарищества с ограниченной ответственностью «Корпорация Казахмыс» (г. Жезказган, Казахстан), Zharaspaev_m_a@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5304-5526>

Абеуов Е.А., канд. техн. наук, доцент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. А. Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), erkebulan69@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6420-565X>

Балпанова М.Ж., преподаватель кафедры «Механика» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. А. Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), balpanova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1513-5317>

Авторлар туралы мәліметтер:

Жиенбаев А.Б., «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру» кафедрасының докторанты (Қарағанды қ., Қазақстан)

Жараспаев М.А., «Қазақмыс Корпорациясы» жауапкершілігі шектеулі серіктестігінің, геомеханикалық бөлімі бастығының орынбасары (Жезказған қ., Қазақстан)

Әбеуов Е.А., техника ғылымдарының кандидаты, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру» кафедрасының доценті (Қарағанды қ., Қазақстан)

Балпанова М.Ж., «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Механика» кафедрасының оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Zhiyenbaev A.B., Doctoral Student at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-Commercial Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after A. Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Zharaspaev M.A., Deputy Head at the Geomechanical Department of the Kazakhmys Corporation Limited Liability Partnership (Zhezkazgan, Kazakhstan)

Abeuov E.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-Commercial Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after A. Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Balpanova M.Zh., Lecturer at the Department «Mechanics» of the Non-Commercial Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after A. Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)