

Код МРНТИ 52.31.47

А.А. Мусин, \*А.К. Матаев, Е.А. Абеуов

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

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ РАЗУБОЖИВАНИЕМ РУДЫ ПРИ ОТРАБОТКЕ МАЛОМОЩНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию разубоживания руды. Выполнен подробный анализ существующих методов управления разубоживанием руды при отработке маломощных рудных тел системами с открытым очистным пространством. Оценена эффективность их использования в различных горно-геологических условиях. Особое внимание было обращено на результаты зарубежных исследователей. Проанализированы методы, способствующие снизить разубоживание руды при разработке маломощных залежей. Маломощные рудные тела, как правило, имеют сложную структуру с возможными раздувами и пережимами. При отработке маломощных рудных залежей системой поэтажного обрушения с торцевым выпуском руды вероятность снижения содержания полезного ископаемого увеличивается.

**Ключевые слова:** разубоживание, маломощные руды, буровзрывные работы, тросовое крепление, выработанное пространство, очистная камера, система разработки, свойства массива, рейтинг массива.

### Қуаты аз шоғырларды өңдеу кезінде кенді құнарсыздандыруды басқару әдістерін талдау

**Аңдатпа.** Ғылыми мақала кенді құнарсыздандыруды зерттеуге арналған. Шолу мақаласында қуаты аз кен денелерін ашық тазарту кеңістігі бар жүйелермен өңдеу кезінде кенді құнарсыздандыруды басқарудың қолданыстағы әдістеріне егжей-тегжейлі талдау жасалды, оларды әртүрлі тау-геологиялық жағдайларда пайдалану тиімділігі бағаланды. Авторлар шетелдік зерттеушілердің нәтижелеріне ерекше назар аударды. Төмен қуатты кен орындарын игеру кезінде кеннің құнарсыздануын азайтуға ықпал ететін әдістер талданды. Төмен қуатты кен денелері, әдетте, мүмкін болатын ісіну мен қысылу бар күрделі құрылымға ие. Төмен қуатты кен шоғырларын қабатты құлау жүйесімен кеннің соңғы шығарылуымен өңдеу кезінде пайдалы қазба құрамының төмендеу ықтималдығы артады.

**Түйінді сөздер:** құнарландыру, аз қуатты кендер, бұрғылау-жару жұмыстары, кабельді бекіту, өндірілген кеңістік, тазарту камерасы, өңдеу жүйесі, массивтің қасиеттері, массивтің рейтингі.

### Analysis of methods for managing ore dilution during mining of low-power deposits

**Abstract.** In the review article, a detailed analysis of existing methods for controlling ore dilution during the development of low-power ore bodies by systems with an open treatment space is carried out, the effectiveness of their use in various mining and geological conditions is evaluated. The scientific article is devoted to the study of ore dilution. Special attention was paid by the authors to the results of foreign researchers. The methods contributing to the reduction of ore dilution during the development of low-power deposits are analyzed. Low-power ore bodies, as a rule, have a complex structure with possible inflations and clamps. When working off low-power ore deposits with a system of a sub-storey collapse with an end release of ore, the probability of a decrease in the mineral content increases. For example, the actual dilution of ore at the Akbakai deposit of Altynalmas JSC reaches 70% or more.

**Key words:** mineral resources, dilution, low-power ores, drilling and blasting, cable fastenings, worked-out space, cleaning chamber, development system, properties of the array, rating of the array.

### Введение

Разубоживание руды приводит к потере качества полезных ископаемых в процессе добычи, выражающегося в снижении содержания полезного компонента в добытой минеральной массе по сравнению с содержанием его в разрабатываемом месторождении. Маломощные рудные тела, как правило, имеют сложную структуру с возможными раздувами и пережимами. Эти особенности маломощных рудных залежей приводят к высоким показателям потерь и разубоживания, которые могут достигать 70% и более. В табл. 1 приведены примеры показателей некоторых золотодобывающих рудников при разработке маломощных рудных тел.

Показатель разубоживания руды в маломощных рудных залежах зависит от системы разработки, структурных и прочностных свойств массива, воздействия силы взрыва на вмещающие породы, поддержания выработанного пространства

тросовым креплением, напряженно-деформированного состояния массива, мощности и падения рудного тела. К примеру, фактическое разубоживание руды на месторождении Акбакай АО «АК Алтыналмас» – 50% и более, о чем свидетельствует поперечный разрез фактического положения очистного пространства, представленный на рис. 1, где видно, что при мощности рудной жилы 0,7 м фактическая выемочная мощность составляет 2,4–2,7 м, следовательно, разубоживание в процентном отношении составляет около 70%.

Для более детального анализа показателей разубоживания был построен график по данным маркшейдерской съемки очистного пространства на ранее отработанных поэтажных штреках горизонтов 400–520 м. Результаты анализа приведены на рис. 2.

На сегодняшний день практически на всех маломощных месторождениях разубоживание руды является нерешенной проблемой.

Последствия разубоживания приводят к увеличению расходов на транспортировку и переработку руды, соответственно, увеличивается себестоимость полезного ископаемого. Таким образом, проблема разубоживания руды при отработке маломощных крутопадающих рудных тел системой поэтажного обрушения является актуальной научно-практической задачей как для исследователей, так и для производителей.

### Искусственное поддержание выработанного пространства с применением тросового крепления

На зарубежных рудниках Австралии (MMG Limited Dugald River) и Новой Зеландии (OceanaGold Waihi) в целях снижения сверхпланового разубоживания руды для поддержания висячего и лежащего боков широко применяется тросовое крепление. Зарубежные исследователи [1] доказывают эффективность применения тросового крепления для

управления разубоживанием руды при системах с открытым очистным пространством<sup>1</sup>.

Авторы работ [2, 3] утверждают, что при соблюдении технологии крепления тросовые анкеры являются эффективным способом для управления разубоживанием руды при отработке маломощных рудных залежей системами разработки с открытым очистным пространством.

Авторами работы [4] установлено, что на руднике Copper Cliff Mine (Канада) тросовые анкеры применимы лишь для временного поддержания выработанного пространства, а после, в ходе добычных работ, всяческие бока необходимо дополнительно поддерживать обратной засыпкой.

Зарубежные исследователи [5] представили обзор того, как и где можно использовать кабельные болты для поддержки, укрепления или удержания горной массы вокруг большинства выработок в подземной шахте.

Взяв за основу результаты зарубежных исследователей, можно предположить, что тросовое крепление является одним из наиболее эффективных методов для снижения разубоживания руды при подземной добыче маломощных залежей системой поэтажного обрушения.

**Методики расчета допустимых параметров очистных камер и целиков**

В мировой практике для обоснования оптимальных параметров очистных камер и целиков широко используются эмпирические методики Д. Лобшера и К. Мэтьюза. Методика Д. Лобшера [6] основана на расчете рейтинга устойчивости массива по MRMR и ориентирована на определение параметров камер и целиков системы этажного самообрушения.

Для обоснования параметров очистных камер и целиков при отработке маломощных залежей системой поэтажного обрушения более применима методика К. Мэтьюза, основанная на анализе и обобщении практических данных о фактическом состоянии отработанных камер.

**Показатели разубоживания на некоторых рудниках, отработывающих маломощные рудные тела**

Таблица 1

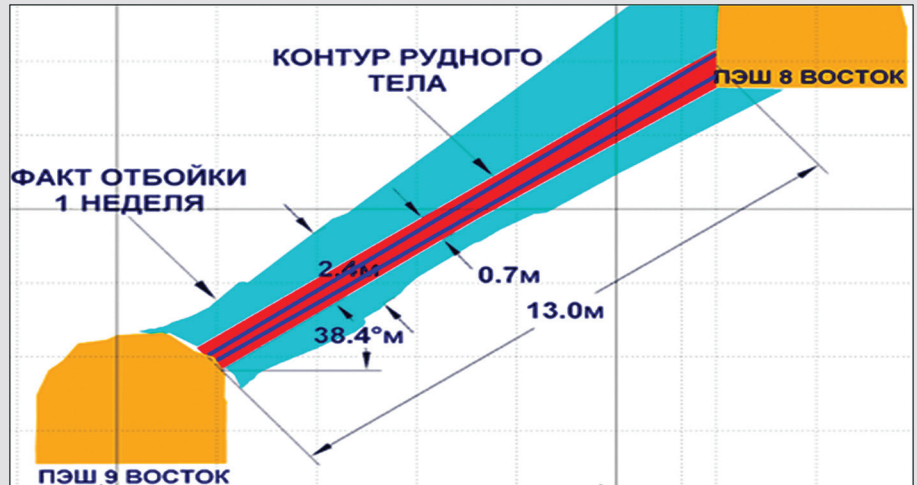
Кесте 1

Жұқа рудаларды өндіретін кейбір кеніштердегі кедейшілік деңгейі

Table 1

Impoverishment rates at some mines mining thin ore bodies

Название рудника	Мощность рудного тела, м	Ширина очистного пространства, м	Разубоживание руды, %
Copper Cliff Mine (Канада)	1,24	3,13	62,6
Dugald River (Австралия)	2,15	4,23	47,0
Жолымбет (Казахстан)	1,55	6,15	74,7
Акбакай (Казахстан)	1,0	2,85	64,9
Шаумян (Армения)	0,7	2,05	60,9
Краков (Австралия)	1,0	2,18	54,1



**Рис. 1. Поперечный разрез фактического положения очистного пространства.**

**Сурет 1. Тазарту кеңістігінің нақты жағдайының көлденең қимасы.**

**Figure 1. Cross section of the actual position of the cleaning space.**

Исследованиями [5] установлена закономерность определения исходных данных, необходимых для расчета показателя устойчивости обнажений N.

С.Д. Никсон<sup>1</sup> в своих работах по определению параметров канатных анкеров для поддержания выработанного пространства и Б. Брэди<sup>2</sup> в целях обоснования оптимальных параметров опорных целиков широко использовали график стабильности Мэтьюза К.

По результатам анализа литературных источников выявлено, что

расчет параметров очистных камер и целиков по методике К. Мэтьюза является оптимальным для маломощных рудных тел, соответственно, по данной методике будет осуществляться обоснование допустимых параметров очистных камер и целиков при отработке маломощных залежей системой поэтажного обрушения.

Для определения исходных данных требуется выполнение комплекса геомеханических исследований по определению структурных, прочностных и деформационных свойств горных пород.

<sup>1</sup>Nickson S.D. Cable support guidelines for underground hard rock mine operations. – Vancouver: University of British Columbia, 1992. – 223 p.

<sup>2</sup>Brady H.G., Brown E.T. Rock Mechanics: For underground mining. – NY: Springer Science & Business Media, 1985. – 628 p.

### Влияние буровзрывных работ на устойчивость вмещающих пород

Анализ и обобщение литературных данных позволили оценить, что более 90% горных пород при добыче отделяются от массива путем взрывного разрушения и, несмотря на большой объем теоретических и экспериментальных исследований [7, 8], эффективное управление действием взрыва недостаточно изучено, т. к. на сегодняшний день отсутствует методика для расчета параметров БВР с учетом структурных, прочностных и деформационных свойств массива горных пород и действующих в массиве главных напряжений. Поэтому проблема повышения устойчивости законтурного массива весьма актуальна и ее решение базируется на усовершенствовании способов управления энергией взрыва, в основу которых положены достоверные физические представления о процессах разрушения горных пород взрывом.

Разрушение взрывом сплошных напряженных сред и выявление его закономерностей являются предметом исследований многих ученых. Значительный вклад в исследование процессов разрушения горных пород, формирования и распространения волн напряжений в массиве горных пород при взрыве зарядов взрывчатых веществ внесли В.В. Адушкин, В.А. Боровиков, И.Ф. Жариков, В.Ф. Клочков, Г.М. Крюков, Б.Н. Кутузов, В.Н. Родионов, М.Г. Менжулин, В.А. Фокин, Е.И. Шемякин, А.Н. Ханукаев, Р.Е. Андреев, С.Г. Brown, G.O. Thomas, P. Erion, A. Algest [9, 10].

Несмотря на большой объем выполненных работ и достигнутые успехи в научных исследованиях по оценке влияния напряженного состояния массива на результирующее действие взрыва, существуют различные мнения исследователей, и до настоящего времени нет окончательного научно-обоснованного подхода к определению рациональных параметров БВР при проходке очистных выработок.

Повышение эффективности буровзрывных работ с учетом изложенных факторов является важной

в практическом и научном плане задачей, решение которой позволит снизить затраты на единицу добываемого полезного ископаемого.

Существующие методы выбора параметров буровзрывных работ не полностью учитывают действующие в массиве главные напряжения, структурные и прочностные свойства горных пород.

На золоторудном месторождении Краков (Австралия) для отработки маломощных рудных тел применяется схема бурения, представленная на рис. 3.

Данный способ взрывания осуществляется бурением параллельных

глубоких скважин глубиной 15 м с линией наименьшего сопротивления, равной 0,6, и диаметром бурения 64 мм. Способ взрывания селективный, т. е. с определенными замедлениями для снижения влияния силы взрыва на законтурный массив горных пород.

Разубоживание руды при данной схеме бурения составляет 50% и более. Также на данном руднике применяется так называемая схема «зигзаг». Принцип данной схемы заключается в бурении взрывных скважин зигзагом на контакте руды с породой висячего и лежащего бока.

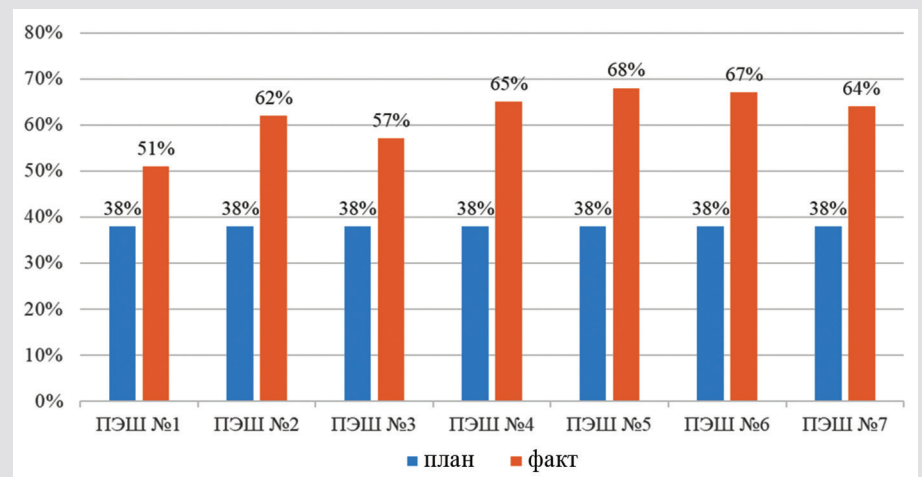


Рис. 2. Сравнительный анализ план-факта разубоживания руды.

Сурет 2. Кенді құнарсыздандырудың жоспар-фактісінің салыстырмалы талдауы.

Figure 2. Comparative analysis of the plan-fact of ore dilution.



Рис. 3. Схема бурения маломощных рудных тел.

Сурет 3. Қуаты аз кен денелерін бұрғылау схемасы.

Figure 3. Drilling scheme of low-power ore bodies.

## Выводы

▪ выполнен анализ существующих методов, способствующих минимизации разубоживания руды при отработке маломощных рудных залежей, что позволило определить основные способы, применяемые для снижения разубоживания добываемого полезного компонента;

▪ анализ литературных источников и практических исследований показал, что при обосновании параметров ведения горных работ не учитываются природные поля напряжений, действующие в массиве, допустимые параметры очистных камер, структурные и прочностные свойства массива горных пород;

▪ выявлено, что на сегодняшний день нет обоснованного подхода, позволяющего снизить разубоживания руды при отработке маломощных жил;

▪ предположено, что выбор параметров бурения должен осуществляться в зависимости от рейтинга устойчивости массива горных пород.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Barton N.R., Lien R., Lunde J. Инженерная классификация сочлененных массивов горных пород для проектирования крепи туннеля. // *Механика горных пород.* – 1974. – Т. 6. – С. 189-236 (на английском языке)
2. Stephenson R.M., Sandy M.P. Оптимизация конструкции очистных забоев и наземной крепи – тематическое исследование. // *Материалы 7-го международного симпозиума по наземной крепи в горнодобывающей промышленности и подземном строительстве.* – Перт, 2013. – С. 387-400 (на английском языке)
3. Hassell R., de Vries R., Player J. et al. Пробная очистка реки Дугалд, общее поведение подвесной стены. // *Материалы международного семинара по методам проектирования в подземной добыче полезных ископаемых.* – Перт, 2015. – С. 185-198 (на английском языке)
4. Chinnasane D.R., Knutson M., Watt A. Использование кабельных болтов для усиления подвесных столбов и улучшения извлечения руды при разработке очистных забоев с использованием двойных верхних порогов на руднике Vale Copper Cliff. // *Материалы 7-й международной конференции по глубоким и высоконапряженным горным работам.* – Перт, 2014. – С. 305-314 (на английском языке)
5. Hutchinson D.J., Falmagne V. Наблюдательное проектирование подземных систем крепления кабельных болтов с использованием контрольно-измерительных приборов. // *Вестник инженерной геологии и окружающей среды.* – 2000. – Т. 58. – №3. – С. 0227-0241 (на английском языке)
6. Laubscher D.H. Система классификации геомеханики для оценки массы горных пород при проектировании шахт. // *Журнал Южноафриканского института горного дела и металлургии.* – 1990. – Т. 90(10). – С. 257-273 (на английском языке)
7. Brown C., Thomas G. Экспериментальные исследования воспламенения и перехода к детонации, вызванных отражением и дифракцией ударных волн // *Ударные волны.* – 2000. – Т. 10(1). – С. 23-32 (на английском языке)
8. Адушкин В.В., Будков А.М., Кочарян Г.Г. Особенности формирования зоны разрушения взрыва в массиве скальных пород. // *Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых.* – 2007. – №3. – С. 65-76 (на русском языке)
9. Imashev A.Zh., Sudarikov A.E., Musin A.A. и др. Повышение показателей качества взрывных работ путем изучения естественного поля напряжений и влияния силы взрыва на горную массу // *Известия НАН РК.* – 2021. – № 4. – С. 30-35 (на английском языке)
10. Имашев А.Ж., Сударииков А.Е., Матаев А.К. Повышение эффективности буровзрывных работ с учетом структурных и прочностных свойств массива. // *Горный журнал Казахстана.* – Алматы, 2020. – №8. – С. 29-32 (на русском языке)

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Barton N.R., Lien R., Lunde J. Туннель бекітпесін жобалау үшін тау жыныстарының біріккен массивтерін инженерлік жіктеу. // *Тау жыныстарының механикасы.* – 1974. – Т. 6. – Б. 189-236 (ағылшын тілінде)
2. Stephenson R.M., Sandy M.P. Тазарту забойларының дизайнын оңтайландыру және жердегі қолдау – кейс-стадия. // *Тау-кен және жерасты инженериясындағы жер үсті қолдауы бойынша 7-ші халықаралық симпозиум материалдары.* – Перт, 2013. – Б. 387-400 (ағылшын тілінде)

3. *Hassell R., de Vries R., Player J. және т.б. Дугалд өзенін сынау, аспалы қабырғаның жалпы әрекеті. // Жерасты тау-кен жұмыстарын жобалау әдістері бойынша халықаралық семинар материалдары. – Перт, 2015. – Б. 185-198 (ағылшын тілінде)*
4. *Chinnasane D.R., Knutson M., Watt A. Аспалы тіректерді нығайту және Vale Copper cliff. // Терең және жоғары кернеулі тау-кен жұмыстары бойынша 7-ші халықаралық конференция материалдары. – Перт, 2014. – Б. 305-314 (ағылшын тілінде)*
5. *Hutchinson D.J., Falmagne V. Бақылау-өлшеу құралдарын қолдана отырып, кабельдік болттарды бекітудің жер асты жүйелерін бақылау дизайны. // Инженерлік геология және қоршаған орта хабаршысы. – 2000. – Т. 58. – №3. – Б. 0227-0241 (ағылшын тілінде)*
6. *Laubscher D.H. Шахталарды жобалау кезінде тау жыныстарының массасын бағалауға арналған геомеханиканы жіктеу жүйесі. // Оңтүстік Африка тау-кен және металлургия институтының журналы. – 1990. – Т. 90 (10). – Б. 257-273 (ағылшын тілінде)*
7. *Brown C., Thomas G. Соққы толқындарының шағылысуы мен дифракциясынан туындаған тұтану мен жарылысқа ауысуды эксперименттік зерттеу. // Соққы толқындары. – 2000. – Т. 10(1). – Б. 23-32 (ағылшын тілінде)*
8. *Адушкин В.В., Будков А.М., Кочарян Г.Г. Тау жыныстарының массивінде жарылғыш бұзылу аймағын қалыптастыру ерекшеліктері. // Тау-кен ісінің физика-техникалық мәселелері. – 2007. – №3. – Б. 65-76 (орыс тілінде)*
9. *Imashev A.Zh., Sudarikov A.E., Musin A.A. және т. б. Табиғи кернеу өрісін және жарылыс күшінің тау массасына әсерін зерттеу арқылы жарылыс жұмыстарының сапа көрсеткіштерін арттыру. // ҚР ҰҒА жаңалықтары. – 2021. – № 4. – Б. 30-35 (ағылшын тілінде)*
10. *Имашев А.Ж., Сударииков А.Е., Матаев А.К. массивтің құрылымдық-беріктік қасиеттерін ескере отырып, бұрғылау-жару жұмыстарының тиімділігін арттыру. // Қазақстанның тау-кен журналы. – Алматы, 2020. – №8. – Б. 29-32 (орыс тілінде)*

## REFERENCES

1. *Barton N.R., Lien R., Lunde J. Engineering classification of jointed rock masses for the design of tunnel support. // Rock Mechanics. – 1974. – Vol. 6. – P. 189-236 (in English)*
2. *Stephenson R.M., Sandy M.P. Optimising stope design and ground support – a case study. // Proceedings of the 7th international symposium on ground support in mining and underground construction. – Perth, 2013. – P. 387-400 (in English)*
3. *Hassell R., de Vries R., Player J., et al. Dugald river trial stoping, overall hanging wall behavior. // Proceedings of the international seminar on design methods in underground mining. – Perth, 2015. – P. 185-198 (in English)*
4. *Chinnasane D.R., Knutson M., Watt A. Use of cable bolts to reinforce the hanging pillars and improve the ore recovery when stopes are mined using double top sills at Vale's Copper Cliff Mine. // Proceedings of the 7th international conference on deep and high stress mining. – Perth, 2014. – P. 305-314 (in English)*
5. *Hutchinson D.J., Falmagne V. Observational design of underground cable bolt support systems utilizing instrumentation. // Bulletin of Engineering Geology and the Environment. – 2000. – Vol. 58. – №3. – P. 0227-0241 (in English)*
6. *Laubscher D.H. A geomechanics classification system for the rating of rock mass in mine design. // Journal of the southern african institute of mining and metallurgy. – 1990. – Vol. 90(10). – P. 257-273 (in English)*
7. *Brown C., Thomas G. Experimental studies of ignition and transition to detonation induced by the reflection and diffraction of shock waves. // Shock Waves. – 2000. – Vol. 10(1). – P. 23-32 (in English)*
8. *Adushkin V.V., Budkov A.M., Kocharyan G.G. Peculiarities of the formation of the explosion destruction zone in the rock massif. // Physical and technical problems of mining. – 2007. – №3. – P. 65-76 (in Russian)*
9. *Imashev A.Zh., Sudarikov A.E., Musin A.A. et al. Improving the quality of blasting indicators by studying the natural stress field and the impact of the blast force on the rock mass. // News of NAS RK. – 2021. – №4. – P. 30-35 (in English)*

10. *Imashev A.Zh., Sudarikov A.E., Ataev A.K. Improving the efficiency of drilling and blasting operations taking into account the structural and strength properties of the massif. // Mining Journal of Kazakhstan. – Almaty, 2020. – №8. – P. 29-32 (in Russian)*

**Сведения об авторах:**

**Мусин А.А.**, магистр техн. наук, старший преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), *musin\_aibek@mail.ru*; <http://orcid.org/0000-0001-6318-9056>

**Матаев А.К.**, магистр техн. наук, преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), *mataev.azamat@mail.ru*; <http://orcid.org/0000-0001-9033-8002>

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

**Авторлар туралы мәлімет:**

**Мусин А.А.**, техника ғылымдарының магистрі, «Абылқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кенорындарын игеру» кафедрасының аға оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан)

**Матаев А.К.**, техника ғылымдарының магистрі, «Абылқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кенорындарын игеру» кафедрасының оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан)

**Абеуов Е.А.**, техника ғылымдарының кандидаты, «Абылқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кенорындарын игеру» кафедрасының доценті (Қарағанды қ., Қазақстан)

**Information about the authors:**

**Musin A.A.**, Master of Technical Sciences, 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)

**Matayev A.K.**, Master of Technical Sciences, Lecturer at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-Profit Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

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

*Статья публикуется в рамках грантового финансирования исследований молодых ученых по проекту Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан «Жас ғалым» на 2022-2024 годы, ИРН – AP14972951*



## ОТКРЫТА ПОДПИСКА

**КАЗПОЧТА ЕВРАЗИЯ ПРЕСС ЭВРИКА-ПРЕСС**

**Подписной индекс 75807**

**Заявка на главной странице сайта MINMAG.KZ**

Следите за новостями!



+7 747 343 15 02

[post-dts@yandex.kz](mailto:post-dts@yandex.kz)

050026, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Карасай батыра, 146, оф. 401

