

Код МРНТИ 52.13.07

Г.Б. Ескенова, А.Т. Абдиева, А.М. Есен

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

## СПОСОБЫ ОПТИМИЗАЦИИ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

**Аннотация.** В статье приводится решение комплекса задач по разработке ресурсосберегающей технологии разрушения массивов горных пород бурением и взрыванием с использованием эмульсионных взрывчатых веществ местного производства, включающее в себя комплексное исследование прочностных характеристик массива горных пород с целью установления возможности его рационального разрушения, с одной стороны, путем разделения массивов бурением и взрыванием с использованием эмульсионных взрывчатых веществ местного производства с целью воздействия в нужном месте, а с другой – определения взрывчатых свойств взрывчатых веществ, уточнение возможности создания определенного давления при взрыве. При этом можно добиться значительного сокращения материальных ресурсов, затрачиваемых на буровзрывные работы и повышения качества подготовки горной массы к выработке.

**Ключевые слова:** взрывчатые вещества, скорость детонации, физико-механические свойства горных пород, разрушение горных пород, горный массив, буровзрывные работы.

### Бұрғылау-жару жұмыстарын оптимизацияға тәсілдері

**Аңдатпа.** Жергілікті өндірістің эмульсиялық жарылғыш заттарын қолдана отырып бұрғылау және жару арқылы тау жыныстарының массивтерін бұзудың ресурс үнемдейтін технологиясын жасау бойынша бірқатар міндеттерді шешу, бір жағынан, жергілікті өндірістің эмульсиялық жарылғыш заттарды қолдана отырып, массивтерді бұрғылау және жару арқылы бөлу арқылы олардың ұтымды бұзылу мүмкіндігін анықтау үшін жергілікті тау жыныстарының беріктік сипаттамаларын жан-жақты зерттеуді қамтиды. Дұрыс жерге әсер ету, екінші жағынан, жарылғыш заттардың жарылғыш қасиеттерін анықтау, жарылыс кезінде белгілі бір қысым жасау мүмкіндігін нақтылау. Бұл ретте бұрғылау-жару жұмыстарына жұмсалатын материалдық ресурстарды едәуір қысқартуға және тау-кен массасын қазаға дайындау сапасын арттыруға қол жеткізуге болады.

**Түйінді сөздер:** жарылғыш заттар, детонация жылдамдығы, тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттері, тау жыныстарының бұзылуы, тау сілемі, бұрғылау-жару жұмыстары.

### Ways to optimize drilling and blasting operations

**Abstract.** The solution of a complex of tasks for the development of resource-saving technology for the destruction of rock massifs by drilling and blasting using locally produced emulsion explosives includes a comprehensive study of the strength characteristics of the local rock mass, in order to establish the possibility of their rational destruction, on the one hand, by separating the arrays by drilling and blasting using locally produced emulsion explosives in order to impact in the right place, and on the other hand, to determine the explosive properties of explosives, clarification of the possibility of creating a certain pressure during an explosion. At the same time, it is possible to achieve a significant reduction in material resources spent on drilling and blasting and improve the quality of preparation of the rock mass for mining.

**Key words:** explosives, emulsion explosives, detonation rate, physical and mechanical properties of rocks, destruction of rocks, mountain range, drilling and blasting operations, density of explosives, dynamic tensile strength, resource-saving technology.

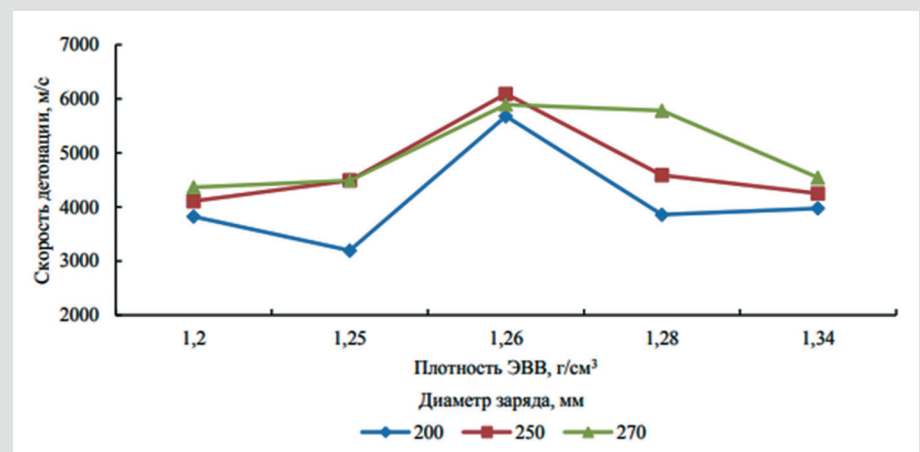
### Введение

В крупных карьерах на долю бурения и взрывных работ приходится до 30% от общей стоимости добычи, и по мере снижения объемов добычи ожидается рост затрат. Это связано, прежде всего, с увеличением удельного расхода взрывчатых веществ (ВВ) на разрушение горных пород, который за последние 30 лет вырос в среднем на 25-35%. Указанная цифра обусловлена тем, что на горнодобывающих предприятиях широко используются взрывчатые вещества местного изготовления, удельный расход которых изначально на 10-20% выше, чем у промышленных ВВ.

С использованием ВВ местного изготовления расстояние между скважинами уменьшилось, объем бурения увеличился, а качество дробления в ряде случаев ухудшилось [1], что негативно сказалось на эффективности буровзрывных работ. В связи с этим в последние годы наблюдается достаточно высокая активность научных исследований

свойств взрывчатых веществ, изготавливаемых на местах применения. Однако взаимосвязь трех параметров: плотности взрывчатого вещества, скорости детонации и диаметра заряда – еще не выражена в общей схеме, и для обеспечения

безопасности проведения взрывных работ соотношение указанных характеристик ЭВВ определяется экспериментально. Более того, как показывает практика, взрывчатые характеристики смешанных взрывчатых веществ одной и той же



**Рис. 1. Зависимость скорости детонации от плотности нитронита Э-70 при больших диаметрах заряда.**  
**Сурет 1. Детонация жылдамдығының үлкен заряд диаметрлеріндегі Э-70 нитронитінің тығыздығына тәуелділігі.**  
**Figure 1. Dependence of the detonation velocity on the density of E-70 nitronite at large charge diameters.**

марки могут иметь довольно широкий диапазон значений<sup>1</sup> [2-4]. С одной стороны, получается, что параметры разрушительного воздействия на горный массив носят случайный характер; с другой, свойства горных пород в границах горного блока не всегда соответствуют представлениям о них, основанным на данных детальной эксплуатационной разведки, которая приводит к созданию значительных резервов при определении расхода материальных ресурсов при производстве взрывных работ.

Таким образом, при разрушении горных пород взрывом возникает слишком много неопределенностей, которые не отвечают требованиям повышения эффективности взрывной скважины, если не решить сложную проблему. Приведем краткие результаты исследований, которые заключаются в решении комплекса задач по разработке ресурсосберегающей технологии разрушения массивов горных пород буровзрывным методом с использованием взрывчатых веществ местного производства. Исследования выполняются по двум основным направлениям: экспресс-получение информации о прочностных и технологических свойствах горных пород с точки зрения сложности и энергоемкости бурения технологических скважин<sup>2, 3</sup> [5]; определение взрывоопасных свойств ЭВВ и возможность их регулирования в зависимости от диаметра скважин и плотности взрывчатых веществ в колонне заряда<sup>4-6</sup>. Было установлено, что полученные уточненные данные о состоянии массива горных пород и информация о диаметре скважин, плотности ВВ в колонне заряда и расчетной скорости детонации позволяют определить для этих условий рациональный удельный расход эмульсионных взрывчатых веществ, который

значительно ниже расчетного, и выбрать направление инициирования скважинных зарядов, что обеспечит требуемое качество дробления горной массы и снизит выход негабаритных фракций. В результате могут быть снижены энергозатраты на буровзрывные работы и дробление горной массы в обогащательном производстве.

#### Материалы и методы

Установленные взаимосвязи между характеристиками детонации имеют большое значение для рационального использования энергии взрыва для разрушения горных пород при их подготовке к выемке. В качестве примера приведен подход к их экспериментальному определению с использованием нитронита. На рис. 1 показана зависимость скорости детонации от плотности нитронита Э-70, полученная на основе измерений<sup>4-6</sup>. Видно, что скорость детонации увеличивается до определенного значения, а затем падает при приближении плотности к критическому значению. Для эмульсионных взрывчатых веществ оно составляет  $\sim 1,4 \text{ г/см}^3$ .

В целом, графики указывают на наличие оптимальной плотности эмульсионного взрывчатого вещества, при которой рост скорости детонации сменяется падением с увеличением плотности, близкой к критическому значению. При этом следует обратить внимание на «проседание» графика с диаметром заряда 200 мм и плотностью  $1,25 \text{ г/см}^3$ , что указывает на следующее: детонация после достижения оптимальной плотности является наиболее значительным, но не единственным параметром, поэтому необходимо также учитывать изменение диаметра заряда при изучении скорости детонации эмульсионных взрывчатых веществ.

#### Скорость детонации ЭВВ нитронита Э-70

Принимая во внимание, что измерения проводились не во всех диапазонах плотности и диаметров зарядов, для более глубокого анализа недостающие значения были получены интерполяцией и экстраполяцией. В табл. 1 приведены соответствующие данные, на основе которых были

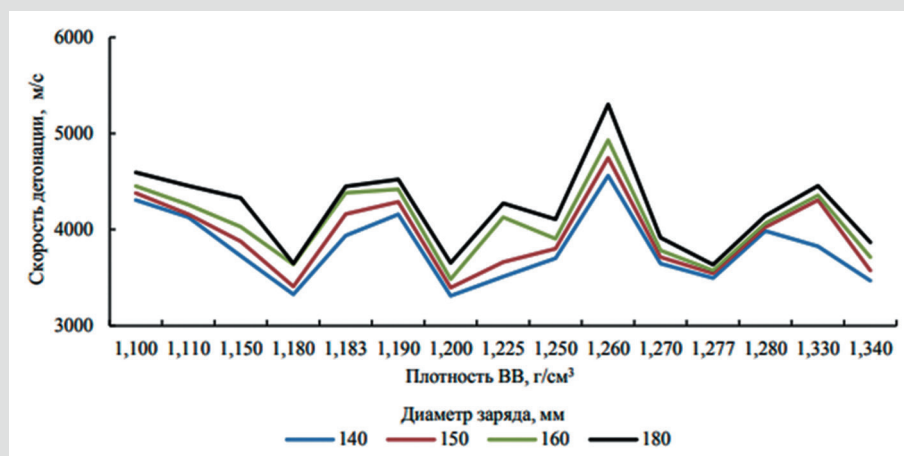


Рис. 2. Зависимость скорости детонации нитронита Э-70 от диаметра заряда.

Сурет 2. Нитронит Э-70 детонация жылдамдығының заряд диаметріне тәуелділігі.

Figure 2. Dependence between nitronite E-70 velocity of detonation and charge diameter.

<sup>1</sup>Тангаев И.А. Буримость и взрываемость горных пород. – М.: Недра, 1978. – 184 с.

<sup>2</sup>Тангаев И.А. Энергетика процессов и систем открытых горных работ и рудоподготовки: учеб.-метод. пособие. – М., 2002. – 52 с.

<sup>3</sup>Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. – М.: Недра, 1984. – 359 с.

<sup>4</sup>Корнилов С.В., Стенин Ю.В., Стариков А.Д. Расчет параметров буровзрывных работ при скважинной отбойке на карьерах: учебное пособие. – Екатеринбург: УГГУ, 1997. – 112 с.

<sup>5</sup>Трубецкой К.Н. и др. Открытые горные работы: справочник. – М.: Горное бюро, 1994. – 590 с.

<sup>6</sup>Жариков С.Н. Взаимосвязь удельных энергетических характеристик процессов шарошечного бурения и взрывного разрушения массива горных пород. / Дисс... канд. техн. наук. – Екатеринбург, 2011. – 13 с.

Таблица 1

Скорость детонации ЭВВ нитронита Э-70

Кесте 1

ЭВВ нитронит Э-70 жарылу жылдамдыгы

Table 1

Detonation rate of emulsion explosives nitronite E-70

Плотность ВВ, г/см <sup>3</sup>	Диаметр заряда, мм						
	90	120	130	140	150	160	180
1,100	3819	4165	4237	4309	4381	4453	4597
1,110	3805	4067	4099	4129	4160	4259	4331
1,150	2972	3392	3576	3728	3876	4029	3649
1,180	2138	2718	3297	3328	3408	3640	4451
1,183	2923	3493	3716	3939	4162	4451	4522
1,190	3511	3901	4031	4161	4290	4522	3653
1,200	2888	3143	3228	3313	3398	3653	3788

– определенные значения; – интерполяция и экстраполяция;

построены более подробные графики зависимости скорости детонации от плотности взрывчатого вещества, некоторые из них показаны на рис. 2.

Как показали графики, скорость детонации в зависимости от плотности подвержена довольно большим колебаниям, при этом во всем диапазоне значений для большинства диаметров зарядов отмечается аналогичный характер этих колебаний. Следовательно, если мы построим графики зависимости скорости детонации от диаметра заряда для разных плотностей, то пересечение графиков разной плотности при определенном диаметре будет отражать взаимосвязь скорости детонации, плотности взрывчатого вещества и диаметра заряда. В этом случае появляется возможность предположить скорость детонации при зарядке скважин определенного диаметра и измерении плотности эмульсии. В соответствии с этой идеей были построены графики по всему диапазону значений, один из вариантов показан на рис. 2.

Фактически, показатель буримости и эталонный удельный расход взрывчатых веществ связаны через физико-механические свойства горных пород. Следовательно, эталонный расход взрывчатого вещества может быть выражен с учетом индекса сложности бурения.

Анализ формул В.В. Ржевского показывает, что разрушение горных

пород при бурении и взрывных работах имеет связь. В этом случае, эталонный расход взрывчатого вещества находится в зависимости от показателя сложности бурения. Из практики известно, что показатель сложности бурения В.В. Ржевского связан с коэффициентом прочности М.М. Протождяконова ( $Pb \approx 0,95f$ ). Поэтому, если мы моделируем крепость горных пород по данным технологического бурения, то на основе этих результатов вполне возможно определить (уточнить) параметры шпура. Индекс сложности направленного бурения DDI (Directional Difficulty Index) связан с параметрами процесса бурения с использованием шарошечного конуса.

**Комбинированное применение данных о свойствах горных пород и детонационных характеристиках ЭВВ.** Комбинированное использование данных о свойствах породной массы и детонационных характеристиках взрывчатых веществ оформляется в соответствующих методических разработках. В настоящее время проводятся дополнительные производственные исследования информации о различных детонационных характеристиках и комплекса приборов для сбора данных о бурении скважин. До настоящего времени эта система не была полностью отработана, поэтому получить точный результат комплексного решения проблемы в условиях производства

не представляется возможным. Тем не менее, структуру проблемы и, следовательно, процесс ее решения можно смоделировать.

В качестве примера был проведен произвольный расчет для следующих условий: взрывчатое вещество – нитронит; диаметр скважины и диаметр заряда – 250 мм. В экстракционном блоке 5 рядов скважин, 20 подряд, расстояние между скважинами 6 м, горные породы в горном блоке прочны, сила сжатия в пробе 140 МПа, 160 МПа и 200 МПа; прочность на растяжение, соответственно, 14 МПа, 16 МПа и 20 МПа; коэффициент структурного ослабления 0,1. Плотность эмульсионных взрывчатых веществ и расположение горных пород в блоке выбирается случайным образом. Зона контролируемого разрушения от разрыва заряда в скважине определяется давлением на стенки скважины и физико-механическими свойствами горных пород. Порядок определения деструктивного воздействия следующий:

давление на стенки скважины<sup>6</sup>:

$$P = (r_{зар}^2) / (2r_{скв}^2) P_0,$$

где  $r_{зар}$  – радиус заряда, м;

$r_{скв}$  – радиус скважины, м;

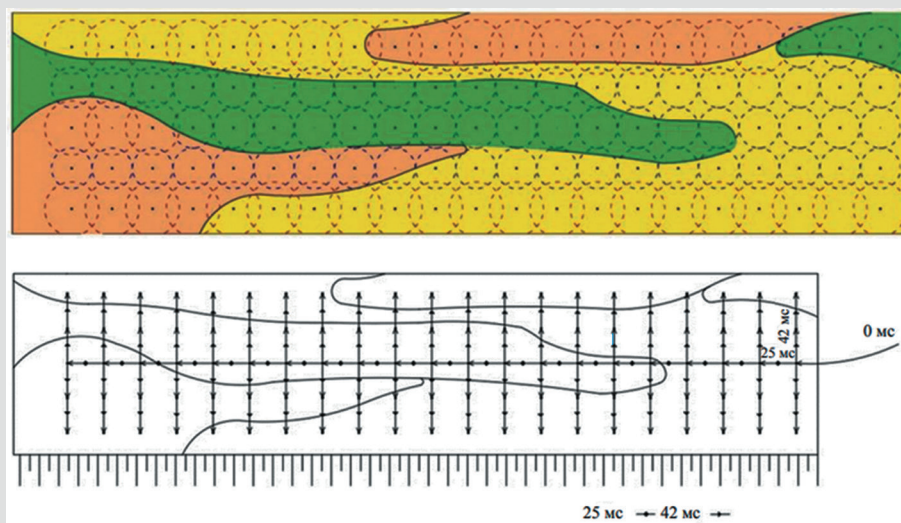
$P_0$  – давление детонационной волны, МПа.

Давление во фронте детонационной волны может быть определено следующим образом<sup>1</sup>:

$$P_0 = (\rho_{ВВ} \times D^2) / 4, \quad (1)$$

где  $\rho_{ВВ}$  – плотность ВВ, кг/м<sup>3</sup>;

$D$  – скорость детонации м/с.



**Рис. 3. Модель блока с зонами разрушения, определяемыми на основе заданной связи между детонационными характеристиками нитронита Э-70 и схемой рациональной инициации зарядов нитронита Э-70 для модели.**

**Сурет 3. Нитронит Э-70 детонациялық сипаттамалары мен модель үшін нитронит Э-70 зарядтарын ұтымды іске қосу схемасы арасындағы берілген байланыс негізінде анықталған бұзылу аймақтары бар блок моделі.**

**Figure 3. Model of a block with the zones of destruction determined based on the fixed interrelation between nitronite E-70 detonation characteristics and the scheme of nitronite E-70 charges rational initiation for the simulated conditions.**

Значения давления, рассчитанные по выражению (1), как правило, завышены по сравнению с более точными методами расчета. Погрешность может составлять около 6-8%. Однако указанная точность в данном случае вполне допустима.

Радиус образования трещин для определенного типа взрывчатого вещества определяется выражением:

$$R_{тр} = r_{скв} \sqrt[3]{(P/\sigma_{дин})^2}, \quad (2)$$

где  $\sigma_{дин}$  – динамический предел прочности горных пород, МПа.

В приближении к допустимой динамической предельной прочности горных пород  $\sigma_{дин}$ , статическая прочность на растяжение пород, увеличенная на 10-30% ( $1,1-1,3\sigma_{рл}$ ), может быть получена<sup>6</sup>, но эта динамическая конечная прочность больше суммы статических и динамических напряжений (массив стабилен). Для различных условий предельный радиус

растрескивания устанавливается в соответствии с технологией работы. В этом случае появляется возможность путем указанных расчетов подобрать взрывчатое вещество и конструкцию зарядов, обеспечивающие установленный радиус развития трещин. Выражения (1), (2) представляют собой критерий определения типа взрывчатых веществ для конкретных условий.

Вычисляя значение давления через каждый метр от заряда и сравнивая его с напряжениями в массиве, можно определить приблизительное расстояние, на котором прекращается дробление массива и начинается распределение энергии в основном по трещинам.

#### **Выводы**

Решение проблемы разработки ресурсосберегающей технологии разрушения массивов горных пород бурением и взрыванием

с использованием ЭВВ местного производства предусматривает, с одной стороны, всестороннее изучение прочностных характеристик местной горной массы для установления рационального деструктивного воздействия на месте; со второй, определение взрывных свойств взрывчатых веществ с целью уточнения возможности образования определенного давления при взрыве. В этом случае можно добиться значительного сокращения материальных ресурсов, затрачиваемых на взрывные работы, и повышения качества подготовки горной массы к выработке.

Использован графо-аналитический подход к определению связи между скоростью взрыва, плотностью взрывчатого вещества и определенным диаметром заряда, позволяющего предсказать скорость детонации в зависимости от плотности, измеренной при зарядке взрывной полости на начальном этапе. Практическая значимость данного подхода заключается в возможности корректировки схемы взрыва в зависимости от ожидаемых энергетических характеристик работы каждого заряда экстракционной установки.

На основе уточненных данных о прочностных свойствах горных пород и свойствах взрывчатых веществ разработан ресурсосберегающий метод определения параметров взрывных скважин, применение которого позволяет максимально эффективно использовать энергию взрыва для разрушения горных пород. Перспективой развития методики является сравнение взрывных характеристик взрывчатых веществ различного состава с целью выявления общих закономерностей и учета их при определении параметров буровзрывных работ. Этот результат в будущем может быть получен путем накопления соответствующего объема экспериментальных и статистических данных.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Синуцын В.А., Меньшиков П.В., Кутуев В.А. Определение основных характеристик взрывчатых веществ и воздействия взрыва на окружающую среду на основе

- применения измерительного оборудования DATATRAPII. // Устойчивое развитие горных территорий. – 2018. – Т. 10. – №3(37). – С. 383-391 (на русском языке)
2. Кутуев В.А. Изучение детонационных характеристик промышленного эмульсионного взрывчатого вещества порэмит-1А с использованием регистратора данных DATATRAPII. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2016. – №S21. – С. 101-109 (на русском языке)
  3. Жариков С.Н., Меньшиков П.В., Сеницын В.А. Определение взаимосвязи между плотностью, скоростью детонации и диаметром заряда на примере эмульсионного взрывчатого вещества «нитронит». // Известия вузов. Горный журнал. – 2015. – №6. – С. 35-39 (на русском языке)
  4. Жариков С.Н., Шеменев В.Г. О влиянии взрывных работ на устойчивость бортов карьеров. // Известия вузов. Горный журнал. – 2013. – №2. – С. 80-83 (на русском языке)
  5. Кутузов Б.Н., Репин Н.Я. Перспективные направления развития взрывного дела на открытых горных работах. // Горный журнал. – 2009. – №11. – С. 52-57 (на русском языке)

#### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Сеницын В.А., Меньшиков П.В., Кутуев В.А. DATATRAPII өлшеу жабдықтарын қолдану негізінде жарылғыш заттардың негізгі сипаттамаларын және жарылыстың қоршаған ортаға әсерін анықтау. // Таулы аумақтардың тұрақты дамуы. – 2018. – Т. 10. – №3(37). – Б. 383-391 (орыс тілінде)
2. Кутуев В.А. DATATRAPII деректер тіркеушісін қолдана отырып, порэмит-1А өнеркәсіптік эмульсиялық жарылғыш заттың детонациялық сипаттамаларын зерттеу. // Тау-кен ақпараттық-талдау бюллетені. – 2016. – №S21. – Б. 101-109 (орыс тілінде)
3. Жариков С.Н., Меньшиков П.В., Сеницын В.А. «Нитронит» эмульсиялық жарылғыш зат мысалында тығыздық, детонация жылдамдығы және заряд диаметрі арасындағы байланысты анықтау. // Жоғары оқу орындарының жаңалықтары. Тау-кен журналы. – 2015. – №6. – Б. 35-39 (орыс тілінде)
4. Жариков С.Н., Шеменев В.Г. Жарылыс жұмыстарының карьерлер борттарының тұрақтылығына әсері туралы. // Жоғары оқу орындарының жаңалықтары. Тау-кен журналы. – 2013. – №2. – Б. 80-83 (орыс тілінде)
5. Кутузов Б.Н., Репин Н.Я. Ашық тау-кен жұмыстарында жарылыс ісін дамытудың перспективалық бағыттары. // Тау-кен журналы. – 2009. – №11. – С. 52-57 (орыс тілінде)

#### REFERENCES

1. Sinitsyn V.A., Menshikov P.V., Kutuev V.A. Opredelenie osnovnykh karakteristik vzryvchatykh veshhestv i vozdejstviya vzryva na okruzhayushhuyu sredu na osnove primeneniya izmeritel'nogo oborudovaniya DATATRAPII [Determination of the main characteristics of explosives and the impact of an explosion on the environment based on the use of measuring equipment DATATRAPII]. // Ustojchivoe razvitie gornyx territorij = Sustainable development of mountain territories. – 2018. – Vol. 10. – №3(37). – P. 383-391 (in Russian)
2. Kutuev V.A. Izuchenie detonacionnykh karakteristik promyshlennogo e'mul'sionnogo vzryvchatogo veshhestva pore'mit-1A s ispol'zovaniem registratora dannyx DATATRAPII [Study of detonation characteristics of industrial emulsion explosive poremit-1A using DATATRAPII data recorder]. // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' = Mining information and analytical bulletin. – 2016. – №S21. – P. 101-109 (in Russian)
3. Zharikov S.N., Menshikov P.V., Sinitsyn V.A. Opredelenie vzaimosvyazi mezhdu plotnost'yu, skorost'yu detonacii i diametrom zaryada na primere e'mul'sionnogo vzryvchatogo veshhestva «nitronit» [Determination of the relationship between density, detonation velocity and charge diameter by the example of an emulsion explosive «nitronite»]. // Izvestiya vuzov. Gornyj zhurnal. = News of universities. Mining Journal. – 2015. – №6. – P. 35-39 (in Russian)
4. Zharikov S.N., Shemenyev V.G. O vliyaniy vzryvnykh rabot na ustojchivost' bortov kar'erov [On the impact of blasting operations on the stability

- of quarry sides]. // Izvestiya vuzov. Gornyj zhurnal. = News of universities. Mining Journal. – 2013. – №2. – P. 80-83 (in Russian)*
5. *Kutuzov B.N., Repin N.Ya. Perspektivnye napravleniya razvitiya vzryvnogo dela na otkrytyx gornyx rabotax [Promising directions for the development of blasting in open-pit mining]. // Gornyj zhurnal. = News of universities. Mining Journal. – 2009. – №11. – P. 52-57 (in Russian)*

**Сведения об авторах:**

**Ескенова Г.Б.**, магистр техн. наук, старший преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет» (г. Караганда, Казахстан), [gyka\\_12@mail.ru](mailto:gyka_12@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0001-8184-4085>

**Абдиева А.Т.**, магистр техн. наук, преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет» (г. Караганда, Казахстан), [ayzhan-abdieva@mail.ru](mailto:ayzhan-abdieva@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0001-9368-674X>

**Есен А.М.**, магистр техн. наук, преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет» (г. Караганда, Казахстан), [aizat\\_esen@mail.ru](mailto:aizat_esen@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-3980-8336>

**Авторлар туралы мәліметтер:**

**Ескенова Г.Б.**, техника ғылымдарының магистрі, Қарағанды техникалық университетінің «Пайдалы кен орындарын қазып алу» кафедрасының аға оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан)

**Абдиева А.Т.**, техника ғылымдарының магистрі, Қарағанды техникалық университетінің «Пайдалы кен орындарын қазып алу» кафедрасының ассистенті (Қарағанды қ., Қазақстан)

**Есен А.М.**, техника ғылымдарының магистрі, Қарағанды техникалық университетінің «Пайдалы кен орындарын қазып алу» кафедрасының оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан)

**Information about the authors:**

**Yeskenova G.B.**, Master of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Noncommercial Joint-Stock Company «Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

**Abdiyeva A.T.**, Master of Technical Sciences, Lecturer at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Noncommercial Joint-Stock Company «Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

**Yesen A.M.**, Master of Technical Sciences, Lecturer at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Noncommercial Joint-Stock Company «Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)