



зарегистрирован Министерством культуры и информации Республики Казахстан 04.04.2013 г.  
Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания 13508-Ж.

Издается с января 2003 г.

Приказом №1082 от 10.07.2012 г. Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК внесен в перечень научных изданий, рекомендуемых для публикации основных результатов научной деятельности.

*В журнале публикуются материалы, отражающие состояние и перспективы развития геологии, горного дела и металлургии не только в нашей стране, но и за рубежом. Журнал освещает проблемы охраны труда и техники безопасности, экономики, подготовки кадров и других вопросов, связанных с горно-металлургическим комплексом. В журнале представлены статьи прикладного характера, результаты фундаментальных исследований, служащие основой для новых технических разработок.*

*При перепечатке материалов ссылка на Горный журнал Казахстана обязательна. Ответственность за достоверность сведений в публикуемых статьях и рекламных материалах несут авторы и рекламодатели. Мнение редакции не всегда может совпадать с мнением авторов.*

Адрес редакции:  
050026, г. Алматы,  
ул. Карасай батыра, 146, оф. 401,  
тел.: +7 (747) 440-46-35  
+7 (747) 343-15-02  
**minmag.kz**

Представители журнала:

*Центрально-Казахстанский регион –*  
ВЛАДИМИР ФЕДОРОВИЧ ДЕМИН  
*vladfdemin@mail.ru*

*Российская Федерация, Москва –*  
ИРИНА ЯРОПОЛКОВНА ШВЕЦ  
*shvetsirina@yandex.ru*

*Российская Федерация, Сибирский регион –*  
ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ ШАПОШНИК  
*shaposhnikyury@mail.ru*

Периодичность 12 номеров в год

Тираж 1500 экземпляров

ISSN 2227-4766

Подписной индекс 75807 в каталогах:  
*АО «Казпочта»,*  
*ТОО «Эврика-Пресс»,*  
*ТОО «Агентство «Евразия пресс»*

Подписано в печать 24.09.2021 г.

Отпечатано:

«Print House Gerona»  
ул. Сатпаева 30А/3, офис 124  
тел: + 7 727 250-47-40,  
+ 7 727 398-94-59,  
факс: + 7 727 250-47-39

УЧРЕДИТЕЛЬ И СОБСТВЕННИК  
ТОО «Научно-производственное  
предприятие «ИНТЕРРИН»



**INTERRIN**

Главный редактор

М.Ж. БИТИМБАЕВ, *mbitimbaev@mail.ru*

Заместитель гл. редактора

Л.А. КРУПНИК, *leonkr38@mail.ru*

Заместитель гл. редактора

Х.А. ЮСУПОВ, *yusupov\_kh@mail.ru*

Ответственный редактор

Ю.А. БОЧАРОВА, *Yuliya.Bocharova@interrin.kz*

Специалист по связям с общественностью

Т.С. ДОЛИНА, *Tatyana.Dolina@interrin.kz*

Помощник редактора

И.П. КОНОНОВА (ПАШИННИНА),  
*Irina.Pashinina@interrin.kz*

*Редакционная коллегия:*

Fathi Habashi (Canada), Dr. techn. [Vienna], Dr.h.c.

[St. Petersburg], Dr.h.c. [National Tech Univ, Lima],

Dr.h.c. [San Marcos Univ, Lima]

Fidelis Tawiah Suorineni, PhD,

Professor of Mining Engineering

З.С. Абишева, д-р техн. наук, академик КазНАН

Ж.Д. Байгулин, д-р техн. наук, профессор

А.Б. Бегалинов, д-р техн. наук, профессор

А.А. Бекботаева, PhD

А.А. Бектыбаев, канд. техн. наук

В.А. Белин (Россия), д-р техн. наук, профессор

В.И. Бондаренко (Украина), д-р техн. наук, профессор

Н.С. Буктуков, д-р техн. наук, профессор

А.Е. Воробьев (Россия), д-р техн. наук, профессор

С.Ж. Галиев, д-р техн. наук, профессор

А.И. Едильбаев, д-р техн. наук

Е.К. Едыгенов, д-р техн. наук, профессор

В.Г. Загайнов, канд. техн. наук

А.А. Зейнуллин, д-р техн. наук, профессор

Д.Р. Каплунов (Россия), д-р техн. наук, профессор

А.А. Лисенков, д-р техн. наук, профессор

В.Л. Лось, д-р геол.-минерал. наук, профессор

В.А. Луганов, д-р техн. наук, профессор

С.К. Молдабаев, д-р техн. наук, профессор

В.С. Музгина, д-р техн. наук

В.И. Нифадьев (Кыргызстан), д-р техн. наук, профессор

М.Б. Нурпеисова, д-р техн. наук, профессор

Е.Н. Ольшанский, член-корреспондент МАИИ

Е.А. Петров (Россия), д-р техн. наук, профессор

И.Н. Столповских, д-р техн. наук, профессор

П.Г. Тамбиев, канд. техн. наук

О.Г. Хайитов (Узбекистан), д-р геол.-минерал. наук

Р.Р. Ходжаев, д-р техн. наук

Т.А. Челуштанова, PhD

Код МРНТИ 52.13.21

О.Г. Хайитов, В.В. Морозов, В.В. Морозов

Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова (г. Ташкент, Узбекистан)

## ПРИМЕНЕНИЕ ОТРЕЗНОЙ ЩЕЛИ В СИЛЬНОТРЕЩИНОВАТЫХ ОСЛАБЛЕННЫХ ПОРОДАХ

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы создания отрезной щели при обработке приконтурных лент на месторождениях полезных ископаемых открытым способом. Отмечена нецелесообразность применения традиционных способов образования отрезной щели в сильнотрещиноватых приконтурных породах. Предложена новая конструкция зарядов взрывчатого вещества с гидрозаполнением скважин для образования отрезной щели, позволяющая направить энергию взрыва вдоль оси щелеобразования и значительно снизить воздействие взрыва на окружающие породы. Подтверждение работоспособности предложенной новой конструкции заряда для щелеобразования было проведено математическим моделированием с применением программы Ansys Autodyn, позволяющей с достаточной точностью смоделировать процесс щелеобразования.

**Ключевые слова:** отрезная щель, месторождение, конструкция заряда, щелеобразование, гидроудар, приконтурный массив, устойчивость, рукав, скважина.

### Қатты жарықшақты әлсіреген жыныстарда кесу саңылауын қолдану

**Аңдатпа.** Мақалада пайдалы қазбалардың кен орындарында ашық әдіспен контурға жақын таспаларды өңдеу кезінде кесу аралығын құру мәселелері қарастырылған. Жоғары жарықшақты контурланған жыныстарда кесу саңылауын қалыптастырудың дәстүрлі әдістерін қолданудың орындылығы атап өтілді. Жарылыс энергиясын жарылыс осі бойымен бағыттауға және жарылыстың қоршаған жыныстарға әсерін едәуір азайтуға мүмкіндік беретін кесу саңылауын қалыптастыру үшін ұңғымаларды сумен толтыратын жарылғыш зарядтардың жаңа дизайны ұсынылған. Саңылаулардың пайда болуы үшін ұсынылған жаңа заряд құрылымының жұмысын растау Ansys Autodyn бағдарламасын қолдана отырып, математикалық модельдеу арқылы жүргізілді, бұл Саңылау процесін жеткілікті дәлдіктен модельдеуге мүмкіндік береді.

**Түйінді сөздер:** кесу саңылауы, кен орны, зарядтың құрылысы, саңылаудың пайда болуы, су соққысы, контурға жақын массив, тұрақтылық, жел, ұлғайма.

### The use of a cutting gap in highly fractured weakened rocks

**Abstract.** The article considers the issues of creating a cut-off gap when working off the contour belts at mineral deposits in an open way. It is noted that it is impractical to use traditional methods of forming a cutting gap in highly fractured near-contour rocks. A new design of explosive charges with hydraulic filling of wells for the formation of a cutting gap is proposed, which allows directing the explosion energy along the axis of crevice formation and significantly reducing the impact of the explosion on the surrounding rocks. Confirmation of the operability of the proposed new charge design for crevice formation was carried out by mathematical modeling using the Ansys Autodyn program, which allows to simulate the crevice formation process with sufficient accuracy.

**Key words:** cut-off gap, deposit, charge design, crevice formation, water hammer, contour array, stability, sleeve, well, explosive charges.

### Введение

В настоящее время на территории Средней Азии добыча полезных ископаемых требует все большего углубления горных работ и, следовательно, увеличения добываемой горной массы, что приводит к необходимости применения массовых взрывов с большим количеством взрывчатого вещества, которое, в свою очередь, значительно разрушает приконтурный массив.

Таким образом, требуется принять дополнительные меры для повышения устойчивости массива при подходе к предельному контуру борта карьера. В этом случае, кроме использования сейсмоснижающей конструкции заряда, требуется принимать отрезную щель.

На современном этапе проблеме создания отрезной щели уделяется большое внимание многими авторами [1-3], которыми разработано большое количество конструкций и схем расположения зарядов

в скважинах отрезных щелей при погашении уступов на предельном контуре карьера, что позволяет производить качественную заоткоску уступов в различных геологических условиях. Тем не менее, большинство способов характеризуется сложностью в зарядке и требует больших затрат на бурение, материалы.

Конструкция подобных зарядов со специальными прокладками описаны в работе<sup>1</sup>. Как отмечают авторы, применение прокладок разной акустической жесткости в скважинах приводит к перераспределению энергии взрыва, в результате чего количество и глубина проникновения трещин в законтурную часть массива резко сокращается. В качестве прокладок авторы предлагают применять резину, дерево и т. д.

Однако для сильнотрещиноватых пород приконтурного массива применение отрезной щели традиционной конструкции приводит к тому, что после ее образования

сильно раздробленные трещиноватые породы засыпают ее, и защитные свойства щели значительно уменьшаются.

В районе расположения месторождения Мурунтау [4] были проведены исследования влияния БВР на долговременную устойчивость бортов карьера. Авторы пришли к заключению, что в приконтурном массиве встречаются зоны с повышенной трещиноватостью пород, где применение отрезной щели не дает нужного эффекта. Следовательно, на основании анализа ранее опубликованных работ можно сделать вывод, что применение отрезной щели в приконтурной зоне бортов карьера ограничивается наличием в массиве повышенной трещиноватости пород.

На карьере Мурунтау<sup>2</sup> [4] массовые взрывы привели к дроблению приконтурного массива на глубину до 100 м, вследствие чего массив практически потерял свою

<sup>1</sup> Попов В.Н., Шпиков П.С., Юнаков Ю.Л. Управление устойчивостью карьерных откосов. – М.: Горная книга, 2008. – 683 с.

<sup>2</sup> Раимжанов Б.Р., Морозов В.В. Исследование физико-механических свойств и трещиноватости пород, определение горизонтальных составляющих напряжений на нижних горивонках, расчет углов откосов бортов и параметров уступов карьера «Мурунтау» при обработке V очереди. – Ташкент: O'zGEORANGMETLITI, 2016. – ??? с.

устойчивость. Подтверждением этому может служить изучение откосов Южного борта карьера Мурунтау после каждого массового взрыва. Динамическими нагрузками от БВР создаются условия для раскрытия микротрещин и увеличения размеров существующих макротрещин. При воздействии постоянных массовых взрывов породы испытывают постоянные динамические нагрузки, близкие по вертикальному направлению, но имеющие разное направление в горизонтальной плоскости. На основании полученных данных можно сделать вывод о необходимости применения современных способов

снижения воздействия этих нагрузок на приконтурный массив горных пород при подходе к предельному контуру и постановке уступов в предельное положение.

На наш взгляд, применение отрезной щели в данных условиях

нецелесообразно, так как мелкие фракции быстро заполняют ее еще до начала массового взрыва и массив за отрезной щелью будет подвергнут значительному воздействию взрывных работ.

Наиболее вероятной причиной возникновения новых и раскрытия существующих трещин могут служить взрывные работы и движение автотранспорта. Системы трещин наиболее интенсивно развиты в нижней части карьера, где ведутся основные взрывные работы, что подтверждается предварительным анализом деформаций 50 и 54 (данные предоставлены геомеханической службой карьера). На графиках скоростей горизонтальных и вертикальных смещений (рис. 1 и 2) наглядно видно, что в основном пики развития их приходится на дни ведения горных работ. Поэтому возникает необходимость создания способа образования щели с максимальным сохранением приконтурного массива и обеспечением сохранности щели на время, достаточное для производства основных взрывов.

**Методы/исследования**

Авторами создана новая конструкция заряда, формирующего отрезную щель, позволяющая практически исключить дробление пород вокруг нее, то есть сохранить естественную трещиноватость. При этом вся энергия взрыва направляется вдоль линии щелеобразования. За счет вторичного воздействия отраженной волны мелкие частицы из щели будут выбрасываться.

В предложенной конструкции (рис. 3) заряд ВВ 1, располагается между двумя полиэтиленовыми рукавами 2. Перед применением необходимое количество рукавов с зарядами, свернутыми в рулон, может находиться на складе ВВ. К месту

Таблица 1

Расчетные величины сцепления борта

Table 1

Calculated values of the side coupling

Кесте 1

Борт ілінісінің есептік шамалары

Борт	$K_p$ , МПа
Северный	$K_p = (0,359 \times 350 + 0,365 \times 350 + 0,390 \times 400)/1100 = 0,372$
Южный	$K_p = (0,322 \times 350 + 0,328 \times 350 + 0,349 \times 400)/1100 = 0,334$

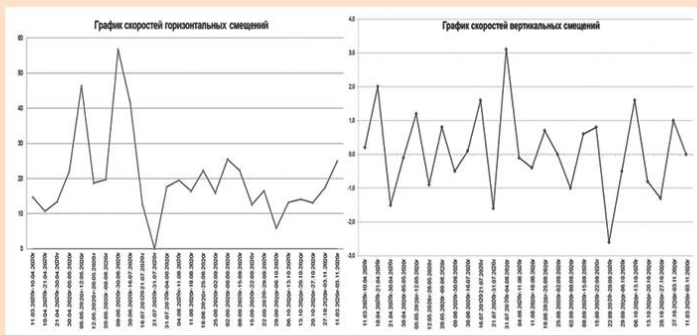


Рис. 1. Зависимость скоростей горизонтальных и вертикальных смещений, деформация №50.

Сур. 1. Көлденец және тік ығысу жылдамдығының тәуелділігі, деформация №50.

Figure 1. Dependence of the velocities of horizontal and vertical displacements, deformation №50.

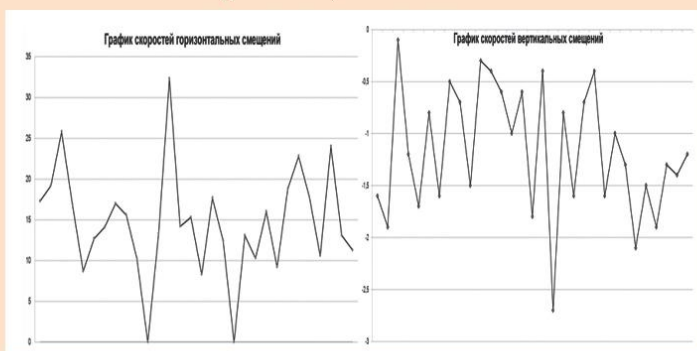


Рис. 2. Зависимость скоростей горизонтальных и вертикальных смещений, деформация №54 за 2020 г.

Сурет 2. Көлденец және тік ығысу жылдамдығының тәуелділігі, 2020 жылғы №54 деформация.

Figure 2. Dependence of the velocities of horizontal and vertical displacements, deformation №54 for 2020.

Расчетные величины угла внутреннего трения пород борта

Борт жыныстарының ішкі үйкеліс бұрышының есептік шамасы

Calculated values of the angle of internal friction of the rocks of the side

Таблица 2

Кесте 2

Table 2

Борт	$\rho_p, ^\circ$
Северный	$\rho_p = \arctg[(\operatorname{tg}29,43 \times 350 + \operatorname{tg}32,72 \times 350 + \operatorname{tg}35,80 \times 400)/1100] = 32,87$
Южный	$\rho_p = \arctg[(\operatorname{tg}31,81 \times 350 + \operatorname{tg}34,49 \times 350 + \operatorname{tg}37,64 \times 400)/1100] = 34,85$

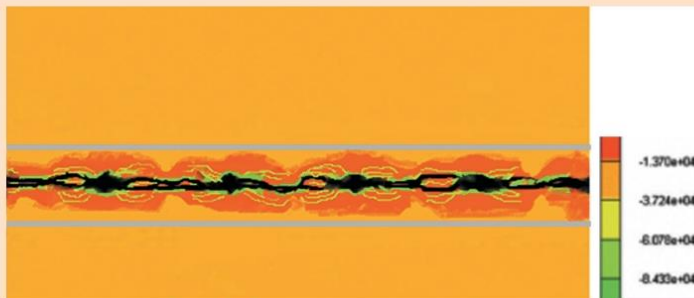


Рис. 4. Формирование отрезной щели.  
Сурет 4. Кесу саңылауының пайда болуы.  
Figure 4. Formation of the cutting gap.

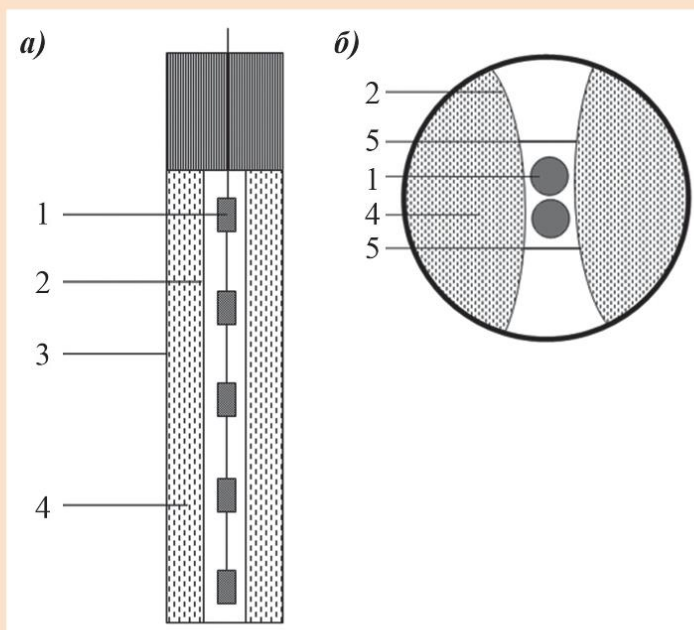


Рис. 3. Конструкция скважинного заряда: *a* – вид сбоку;  
*b* – вид сверху.  
Сурет 3. Ұңғымалық зарядтың дизайны: *a* – бүйірдегі көрініс;  
*b* – жоғарыдағы көрініс.  
Figure 3. The design of the borehole charge: *a* – side view;  
*b* – top view.

заряжания вся конструкция доставляется в свернутом виде, после чего ее опускают в скважину 3. Затем в рукава заливается вода из цистерн 4. Для заливки можно использовать карьерную воду. Между рукавами образуется полость, которая при взрыве направляет всю энергию взрывчатого вещества вдоль оси трещины. Еще одним преимуществом данной конструкции является то, что ее изготовление можно производить заранее. То есть, из плотного полиэтилена изготавливаются два рукава эллиптической формы. Во избежание раздутия рукава в нижней части под действием воды 2/3 его рекомендуется делать из более плотного полиэтилена или применять два и более слоев. Рукава между собой склеиваются соединительными пленками 5. В образовавшееся между рукавами пространство закладывается гирлянда ВВ.

Во время взрыва в рукавах возникает гидроудар, не позволяющий энергии взрыва воздействовать на массив, при этом образовавшиеся воздушные полости между рукавами направляют энергию взрыва по направлению оси отрезной трещины. В районе середины между скважинами происходит столкновение двух направленных потоков энергии, вследствие чего происходит всплеск волн сжатия и растяжения. Отраженные волны направляются обратно в сторону скважин в виде ударной волны, которая выбрасывает мелкие фракции из щели. Поток воды также способствует выносу мелких частиц из трещины. Таким образом, получается относительно чистая отрезная щель. За счет увлажнения пород срок стояния щели увеличивается.

Для подтверждения нашей теории были проведены исследования на основании математического

моделирования, которое проводилось при помощи программы Ansys Autodyn. В качестве исходных данных были заложены физико-механические свойства пород карьера Мурунтау. Приведение слоистого массива к однородному осуществляется по известной методике ВНИИМИ, реализованной в программе Ustoi.

Приведение плотности получают путем усреднения по формуле:

$$P_{cp} = \frac{P_1 m_1 + P_2 m_2 + \dots + P_n m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} = \sum_{i=1}^n P_i m_i / \sum_{i=1}^n m_i.$$

Приведение сцепления выполняется в два этапа:

$$K_{cp} = \sum_{i=1}^n K_i l_i / \sum_{i=1}^n l_i, \\ K_i = K_{oi} / [1 + a(K_{oi}) \ln(h_i w_i)],$$

где  $K_i$  – сцепление для  $i$ -го слоя, определяемое по значению  $K_{oi}$  («в куске»).

Приведение угла внутреннего трения определяется выражением (градусы):

$$\rho_{cp} = \arctg \left( \sum_{i=1}^n \rho_i l_i / \sum_{i=1}^n l_i \right).$$

Итоговые расчетные значения характеристик:

$$K = K_{cp} / Kb; \quad \rho_p = \arctg (tg \rho_{cp} / Kb).$$

#### Результаты и их обсуждение

Результаты моделирования образования отрезной щели с применением рукавов приведены на рис. 4, где видно, что основная энергия направлена не в глубь массива, а вдоль образующейся щели. Наибольшая концентрация напряжений происходит вокруг пробуренной скважины, но распространения в глубь массива не происходит. Приблизительно на середине расстояния между скважинами появляется зона увеличенной концентрации напряжений. В этом месте и происходит столкновение двух направленных друг к другу волн энергии, что позволяет увеличить расстояние между скважинами.

Серыми полосами выделена зона влияния взрывной волны в глубь массива; они показывают, что проникновение энергии взрыва в массив не превышает 1/3 расстояния между скважинами. Следовательно, можно сделать вывод, что применение данной конструкции заряда значительно снижает воздействие взрыва на приконтурный массив. При этом образуется достаточно стойкая и относительно чистая отрезная щель.

При длительном стоянии бортов применение отрезной щели позволит

значительно увеличить устойчивость прибортового массива, так как предлагаемая конструкция отрезной щели снижает сейсмическое воздействие на приконтурные массивы. Образованная щель позволяет даже при высокой трещиноватости массива создать препятствие для воздействия на приконтурные породы массовых взрывов. Увеличение устойчивости бортов в предельном положении снизит затраты на предотвращение деформаций, а также мероприятия по поддержанию транспортных и предохранительных берм. Практически будет исключено травмирование сотрудников предприятия и техники.

#### Выводы

Предложенная нами конструкция скважинного заряда позволяет создавать отрезные щели даже в сильнотрещиноватом массиве, при этом увеличивается расстояние между скважинами на 1/3 и уменьшается объем бурения. За счет обратной ударной волны происходит вынос мелких частиц из отрезной щели. Создаваемый водный поток увлажняет породы, тем самым увеличивая время стояния откосов отрезной щели, что дает возможность сохранить ее до проведения основных взрывов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Камянский В.Н. Оценка сейсмозрывных нагрузок на законтурный массив при разделке отрезной щели // ГИАБ. – 2018. – №7. – С. 181-189 (на русском языке)
2. Козырев С.А., Аленичев И.А., Камянский В.Н., Соколов А.В. Особенности сейсмического действия взрыва отрезной щели на законтурный массив и методы его снижения в условиях рудника «Железный» Ковдорского ГОКа. // Взрывное дело. – 2017. – №118/75. – С. 212-226 (на русском языке)
3. Флягин А.С., Жариков С.Н. Контурное взрывание при разработке месторождений полезных ископаемых. // Проблемы недропользования. – 2016. – №3. – С. 70-73 (на русском языке)
4. Морозов В.В., Петросов Ю.Э. Влияние массовых взрывов на приконтурный массив. // Техника Yulduzlari. – Ташкент, 2018. – №2. – С. 116-118 (на русском языке)
5. Козырев С.А., Камянский В.Н., Аленичев И.А. Оценка взаимодействия скважинных зарядов при различных интервалах замедлений между ними. // Взрывное дело. – 2017. – №117/74. – С. 60-75 (на русском языке)
6. Камянский В.Н. Оценка влияния сейсмозрывных нагрузок в ближней зоне взрыва. // ГИАБ. – 2017. – №23. – С. 316-325 (на русском языке)
7. Kozurev S., Alenichev I., Katyansky V. Особенности разрушения внеконтурного массива горных пород, связанного с подрывом системы скважинных зарядов. // Международная междисциплинарная научная конференция SGEM. – 2017. – Т. 17. – №13. – С. 653-659 (на английском языке)

8. De A. и др. Численное и физическое моделирование барьеров из геопены в качестве защиты от воздействия поверхностного взрыва на подземные туннели. // Геотекстиль и геомембраны. – 2016. – Т. 44. – С. 1-12 (на английском языке)
9. Lyashenko V., Vorob'ev A., Nebohin V., Vorob'ev K. Повышение эффективности взрывных работ в шахтах с помощью эмульсионных взрывчатых веществ. // Добыча полезных ископаемых. – 2018. – №12(1). – С. 95-102 (на английском языке)
10. Боровков Ю.А., Якишбаев Т.М. Теоретические исследования изменения радиуса зон трещинообразования в рудном штабеле кучного выщелачивания взрывом камуфлетного скважинного заряда ВВ. // Известия вузов. Горный журнал. – 2019. – № 5. – С. 30-36 (на русском языке)

#### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Камянский В.Н. Кесінді саңылауды бөлу кезінде контурлық массивке сейсмикалық жарылыс жүктемелерін бағалау. // Тау-кен ақпараттық-талдау бюллетені. – 2018. – №7. – Б. 181-189 (орыс тілінде)
2. Козырев С.А., Аленичев И.А., Камянский В.Н., Соколов А.В. Ковдор КБК «Темір» кенішіндегі кесу саңылауының сейсмикалық әсерінің ерекшеліктері және оны азайту әдістері. // Жарылыс. – 2017. – №118/75. – Б. 212-226 (орыс тілінде)
3. Флягин А.С., Жариков С.Н. Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру кезіндегі контурлық жарылыс. // Жер қойнауын пайдалану мәселелері. – 2016. – №3. – Б. 70-73 (орыс тілінде)
4. Морозов В.В., Петросов Ю.Э. Жаппай жарылыстардың контурға жақын массивке әсері. // Техника Yulduzlari. – Ташкент. – 2018. – №2. – Б. 116-118 (орыс тілінде)
5. Козырев С.А., Камянский В.Н., Аленичев И.А. Олардың арасындағы әр түрлі баяулау интервалдарындағы ұңғыма зарядтарының өзара әрекеттесуін бағалау. // Жарылыс. – 2017. – №117/74. – Б. 60-75 (орыс тілінде)
6. Камянский В.Н. Жарылыстың жақын аймағында сейсмикалық жарылыс жүктемелерінің әсерін бағалау. // Тау-кен ақпараттық-талдау бюллетені. – 2017. – №23. – Б. 316-325 (орыс тілінде)
7. Kozurev S., Alenichev I., Kamyanskiy V. Ұңғымалық зарядтар жүйесін бұзумен байланысты тау жыныстарының контурдан тыс массивінің бұзылу ерекшеліктері. // SGEM Халықаралық пәнаралық ғылыми геоконференциясы. – 2017. – Т. 17. – №13. – Б. 653-659 (ағылшын тілінде)
8. De A. және т.б. Жер асты туннельдеріне жер бетіндегі жарылыстың әсерінен қорғау ретінде геопен кедергілерін сандық және физикалық модельдеу. // Геотекстильдер мен геомембраналар. – 2016. – Т. 44. – Б. 1-12 (ағылшын тілінде)
9. Lyashenko V., Vorob'ev A., Nebohin V., Vorob'ev K. Эмульсиялы жарылғыш заттардың көмегімен шахталарда жару жұмыстарының тиімділігін арттыру. // Тау-кен өндірісі. – 2018. – №12(1). – Б. 95-102 (ағылшын тілінде)
10. Борков Ю.А., Якишбаев Т.М. Жарылғыш заттың камуфлетті ұңғымалық зарядының жарылудымен үймелеп шаймалаудың кенді қатарындағы жарықшақтың пайда болу аймағы радиусының өзгеруін теориялық зерттеу. // ЖОО жаңалықтары. Тау-кен журналы. – 2019. – №5. – Б. 30-36 (орыс тілінде)

#### REFERENCES

1. Kamyanskiy V.N. Ocenka sejsmovzryvnykh nagruzok na zakonturnyj massiv pri razdelke otreznoj shheli [Assessment of seismic and explosive loads on a sculptural array when cutting a cutting gap]. // GIAB = Mining information and analytical bulletin. – 2018. – №7. – P. 181-189 (in Russian)
2. Kozurev S.A., Alenichev I.A., Kamyanskiy V.N., Sokolov A.V. Osobennosti sejsmicheskogo dejstviya vzryva otreznoj shheli na zakonturnyj massiv i metody ego snizheniya v usloviyax rudnika «Zheleznyj» Kovdorskogo GOKa [Features of the seismic action of explosion cracks on the cutting edge of the array and reduction methods in terms of the mine «Iron» Kovdor GOK]. // Vzryvnoe delo = Explosive case. – 2017. – №118/75. – P. 212-226 (in Russian)
3. Flyagin A.S., Zharikov S.N. Konturnoe vzryvanie pri razrabotke mestorozhdenij poleznykh iskopaemykh [Contour blasting in the development of mineral deposits]. // Problemy nedropol'zovaniya = Problems of subsoil use. – 2016. – №3. – P. 70-73 (in Russian)

4. *Morozov V.V., Petrosov Yu.E. Vliyanie massovykh vzryvov na prikonturnyj massiv [The influence of mass explosions on the near-contour array]. // Tekhnika Yulduzlari, – Tashkent, 2018. – №2. – P. 116-118 (in Russian)*
5. *Kozyrev S.A., Kamyanskiy V.N., Alenichev I.A. Ocenka vzaimodejstviya skvazhinnykh zaryadov pri razlichnykh intervalax zamedlenij mezhdu nimi [Evaluation of the interaction of borehole charges at various intervals of deceleration between them]. // Vzryvnoe delo = Explosive business. – 2017. – №117/74. – P. 60-75 (in Russian)*
6. *Kamyanskiy V.N. Ocenka vliyaniya sejsmovzryvnykh nagruzok v blizhnej zone vzryva [Assessment of the influence of seismic and explosive loads in the near explosion zone]. // GIAB = Mining information and analytical bulletin. – 2017. – №23. – P. 316-325 (in Russian)*
7. *Kozyrev S., Alenichev I., Kamyansky V. Particularities of destruction of out-contour rock mass associated with blasting the system of borehole charges. // International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. – 2017. – Vol. 17. – №13. – P. 653-659 (in English)*
8. *De A. et al. Numerical and physical modeling of geofom barriers as protection against effects of surface blast on underground tunnels. // Geotextiles and Geomembranes. – 2016. – Vol. 44. – P. 1-12 (in English)*
9. *Lyashenko V., Vorob'ev A., Nebohin V., Vorob'ev K. Improving the efficiency of blasting operations in mines with the help of emulsion explosives. // Mining of Mineral Deposits. – 2018. – Vol. 12 – №1. – P. 95-102 (in English)*
10. *Borovkov Yu.A., Yakshibaev T.M. Teoreticheskie issledovaniya izmeneniya radiusa zon treshhinoobrazovaniya v rudnom shtabele kuchnogo vyshhelachivaniya vzryvom kamufleynogo skvazhinnoy zaryada VV [Theoretical studies of changes in the radius of fracture zones in an ore pile of heap leaching by an explosion of a camouflage borehole charge of explosives]. // Izvestiya vuzov. Gornyj zhurnal = News of higher educational institutions. Mining journal. – 2019. – №5. – P. 30-36 (in Russian)*

**Сведения об авторах:**

**Хайитов О.Г.**, канд. геол.-минерал. наук, доцент, академик Академии наук Турон, заведующий кафедрой «Горное дело» Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова (г. Ташкент, Узбекистан), [ohayitov@mail.ru](mailto:ohayitov@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-7735-5980>

**Морозов В.В.**, соискатель кафедры «Горное дело» Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова (г. Ташкент, Узбекистан), [viktormooov@gmail.com](mailto:viktormooov@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-9740-0582>

**Морозов В.В.**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова (г. Ташкент, Узбекистан), [morozovvaleriyvik@gmail.com](mailto:morozovvaleriyvik@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0001-8340-5246>

**Авторлар туралы мәліметтер:**

**Хайитов О.Ж.**, Геология-минералогия ғылымдарының кандидаты, Ислам Каримов атындағы Ташкент мемлекеттік техникалық университетінің, «Тау-кен ісі» кафедрасының меңгерушісі (Ташкент қ., Өзбекстан)

**Морозов В.В.**, Ислам Каримов атындағы Ташкент мемлекеттік техникалық университетінің ізденушісі (Ташкент қ., Өзбекстан)

**Морозов В.В.**, техника ғылымдарының кандидаты, Ислам Каримов атындағы Ташкент мемлекеттік техникалық университетінің, «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының доценті (Ташкент қ., Өзбекстан)

**Information about authors:**

**Khayitov O.G.**, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Academician of the Academy of Sciences of Turon, Head at the Department of Mining of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov (Tashkent, Uzbekistan)

**Morozov V.V.**, Candidate of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov (Tashkent, Uzbekistan)

**Morozov V.V.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Surveying and Geodesy of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov (Tashkent, Uzbekistan)