

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗУБОЖИВАНИЯ РУДЫ ПРИ ОТРАБОТКЕ МАЛОМОЩНЫХ РУДНЫХ ТЕЛ

Имашев Аскар Жанболатович, доктор PhD, Казахстан, Караганды, Карагандинский государственный технический университет, Казахстан, 100027, г. Караганда, бульвар Мира 56, imashev85@mail.ru

Мусин А.А., доктор PhD, Казахстан, Караганды, Карагандинский государственный технический университет, Казахстан, 100027, г. Караганда, бульвар Мира 56, imashev85@mail.ru

Таханов Д.К., доктор PhD, Казахстан, Караганды, Карагандинский государственный технический университет, Казахстан, 100027, г. Караганда, бульвар Мира 56, imashev85@mail.ru

Аннотация. Целью данной статьи является снижения разубоживание руды при отработке маломощных рудных тел. Научная статья посвящается исследованию влияния взрыва на законтурный массив при скважинной отбойке. В публикации приведен детальный анализ результатов численного моделирования. Особое внимание было обращено авторами на результаты компьютерного моделирования при разработке параметров БВР.

Ключевые слова: разубоживание, буровзрывные работы, скважина, влияние взрыва, законтурный массив, численный анализ, система разработки.

RESEARCH OF ORE COMBINATION WHEN DEVELOPING LOW-PREPARED ORE BODIES

Annotation. The purpose of this article is to develop a technique to reduce the dilution of ore in the development of low-power vein deposits under-floor collapse system. The scientific article is devoted to the study of the impact of the explosion on the contour array at borehole breaking. The publication provides a detailed analysis of the results of numerical modeling. Special attention was paid to the results of computer modeling in the development of drilling and blasting parameters.

Keywords: dilution, drilling and blasting, well, the impact of the explosion, the final array, numerical analysis, development system.

Актуальность темы исследования. 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 разрабатываемой месторождении. Маломощные рудные тела, как правило, имеют сложную структуру с возможными раздувами и пережимами. Эти особенности тонких рудных тел приводят к высоким показателям потерь и разубоживания, которые могут соответственно достигать 80% и более.

На сегодняшний день практический на всех маломощных месторождениях разубоживание руды является не решенной проблемой. Последствия разубоживание приводит к увеличению расходов на транспортировку и переработку руды, соответственно увеличивается себестоимость полезного ископаемого. Таким образом, проблема разубоживание руды при отработке маломощных крутопадающих рудных тел системой подэтажного обрушения является актуальной научно-практической задачей, как для исследователей, так и для производителей.

Целью исследования является разработка оптимальных параметров БВР при отработке маломощных рудных тел с учетом геомеханических процессов и сейсмического влияние взрыва на законтурный массив для снижения разубоживание руды.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- определение геологического индекса прочности (GSI) и обработка физико-механических свойств пород для построения геомеханической модели;
- разработать паспорта БВР по результатам численного анализа для проведения опытно-промышленных испытаний;

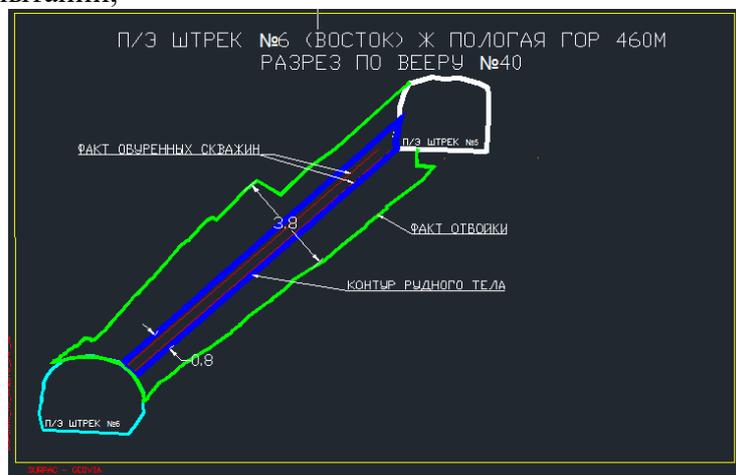


Рис.1. Поперечный разрез фактического разубоживания руды

В целях снижения разубоживания руды решено исследовать сейсмическое влияние взрыва на законтурный массив с проведением опытно-промышленных испытаний на основе компьютерного моделирования.

По результатам съемки трещин в выработках построена полярная диаграмма трещиноватости (рисунок 2), по которой выделены 3 системы трещин, элементы залегания которых приведены в таблице 2.

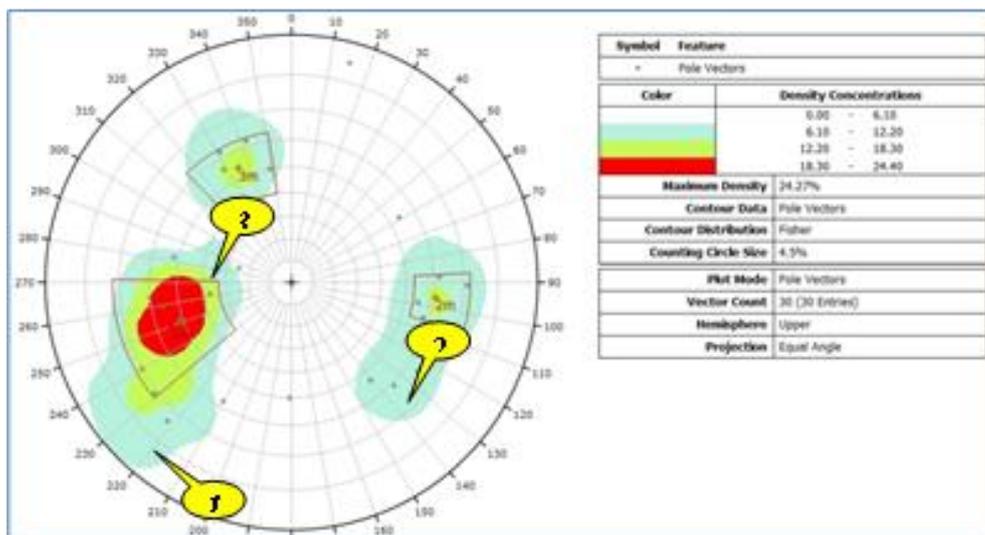


Рис.2. Полярная диаграмма трещиноватости [2]

Таблица 2

Элементы залегания систем трещин

| № системы | Средний угол падения, град. | Средний азимут падения, град. | Характеристика системы трещин |
|-----------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 60 | 257 | Напластование |
| 2 | 76 | 159 | продольно секущая |
| 3 | 34 | 48 | поперечно секущая |

Свойства трещиноватых массивов определены по критерию Хука-Брауна [3] с использованием геологического индекса прочности *GSI* [4]. Геологический индекс прочности *GSI* рассчитывается по формуле:

$$GSI = \frac{52J_r/J_a}{(1+J_r/J_a)} + \frac{RQD}{2} \quad (1)$$

где J_r , J_a – показатели шероховатости и измененности/заполнения трещин по Н. Бартону [5].

Для численного анализа устойчивости массива горных пород необходимо обработать физико-механические свойства горных пород для перехода с образца на массив [6]. В таблице 3 приведены обработанные физико-механические свойства пород, которые в свою очередь являются исходными данными для численного моделирования.

Обработанные физико-механические свойства пород

| № домена | Исходные данные для компьютерного моделирования | | | | | |
|----------|---|---------------------------------|---------------------------------------|------------------|----------------------|--|
| | Результаты обработанных физико-механических свойств пород | | | | | |
| | Прочность на растяжение в массиве σ_p , МПа | Модуль упругости массива E, МПа | Угол внутреннего трения ϕ , град | Сцепление C, МПа | Коэф. Пуассона μ | Объемная масса γ , т/м ³ |
| I | 0,292 | 12550,8 | 48,15 | 2,614 | 0,3 | 2,69 |
| II | 0,746 | 16960 | 46 | 3,2 | 0,3 | 2,7 |

Произведено сравнения фактического разубоживание (рисунок 3) с результатами численного анализа (рисунок 4). По результатам сравнение можно отметить, что фактическое разубоживание намного больше, чем данные полученные на основе моделирование. Моделирование было выполнено для определения возможных участков обрушения после техногенного воздействия на массив.

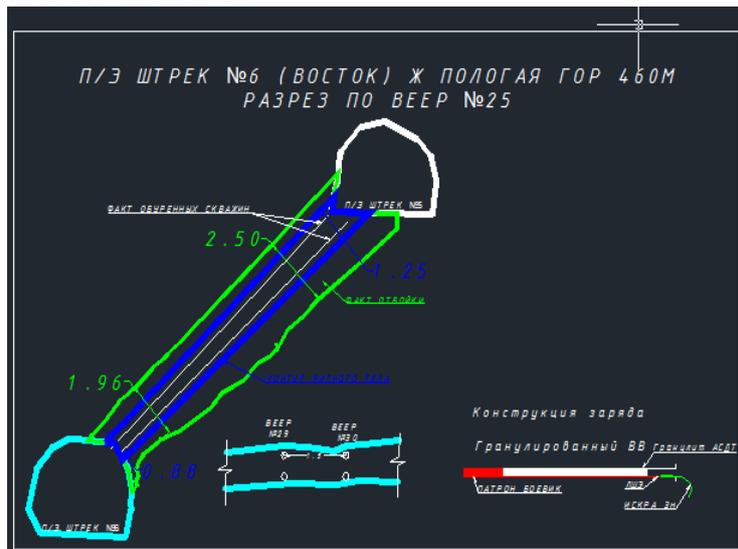


Рис.3. Фактическое разубоживание

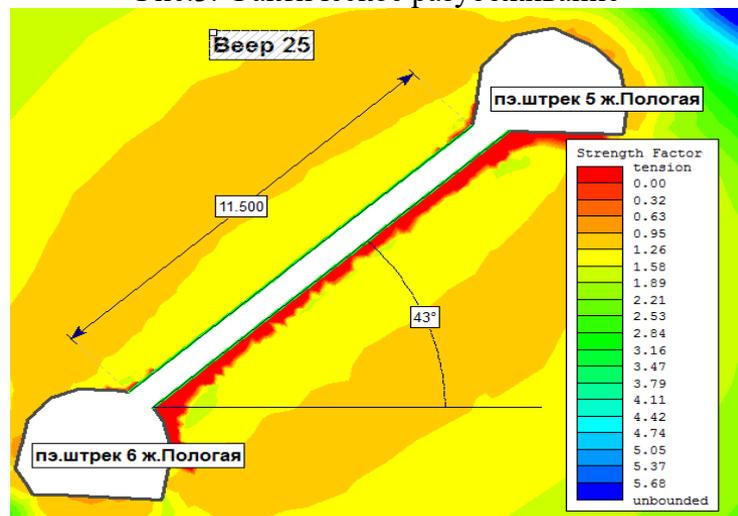


Рис.4 .Результаты компьютерного моделирования

На основе вышесказанного можно утверждать, что разубоживание руды происходит в основном из за сейсмического влияния взрыва на законтурный массив.

По результатам сравнения фактического разубоживания с результатами моделирования выявлено необходимость внесения корректировки или изменения паспорта БВР в целях снижения влияния взрыва на законтурный массив.

Паспорта БВР для отработки маломощных жил разработан на основе Австралийского золотодобывающего рудника «Краков» (рисунок 5).

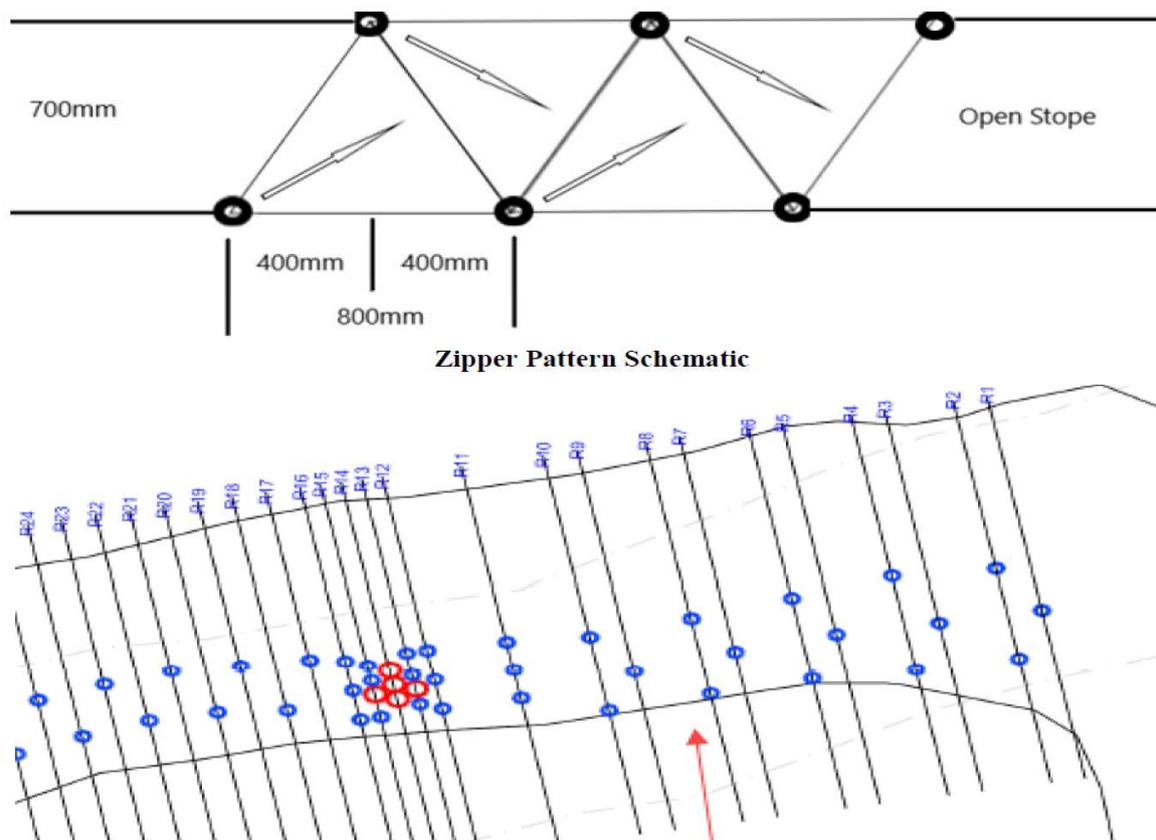


Рис.5. Схема БВР применяемый на руднике Краков (Австралия)

На основе схем показанных на рисунке 5 был разработан параметры БВР для месторождения, где будет проводиться промышленные испытания (рисунки 6, 7, 8).

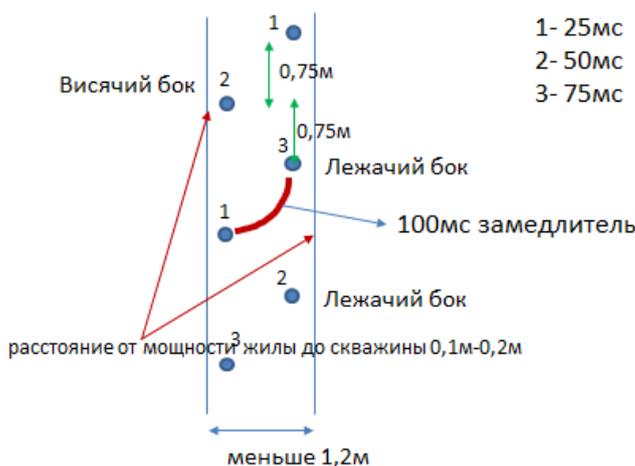


Рис.6. Схема БВР для жил мощностью < 1,2 м

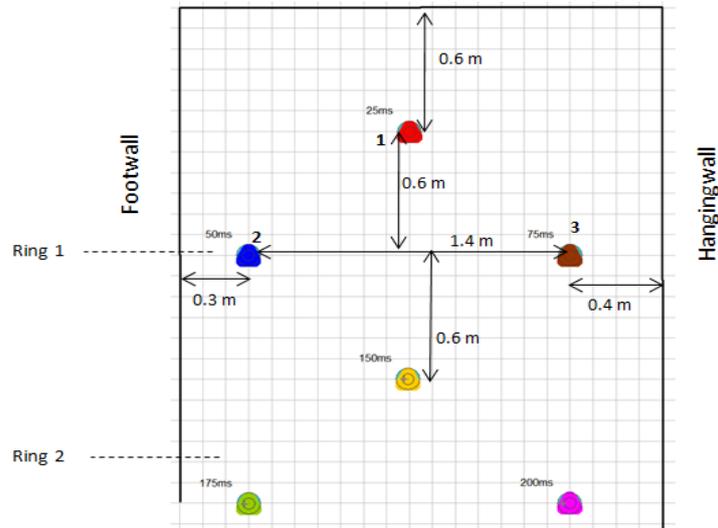


Рис.7. Схема БВР для жил мощностью < 2,2 м и > 1,2 м

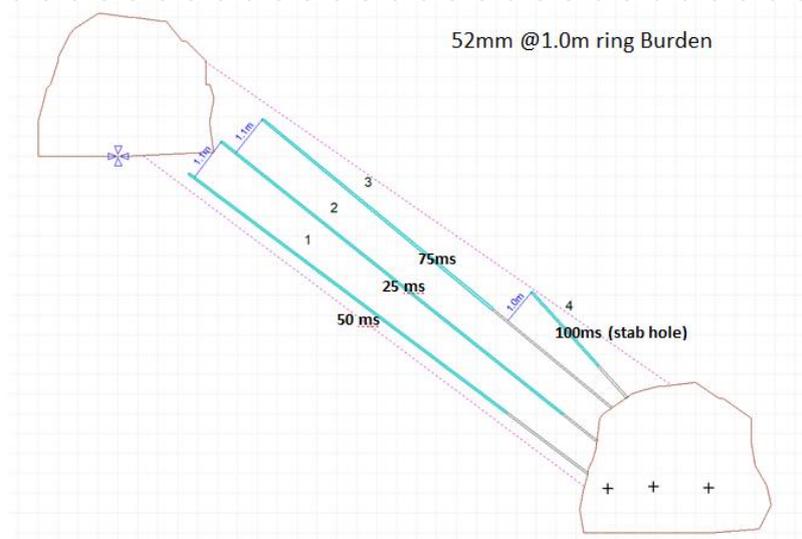
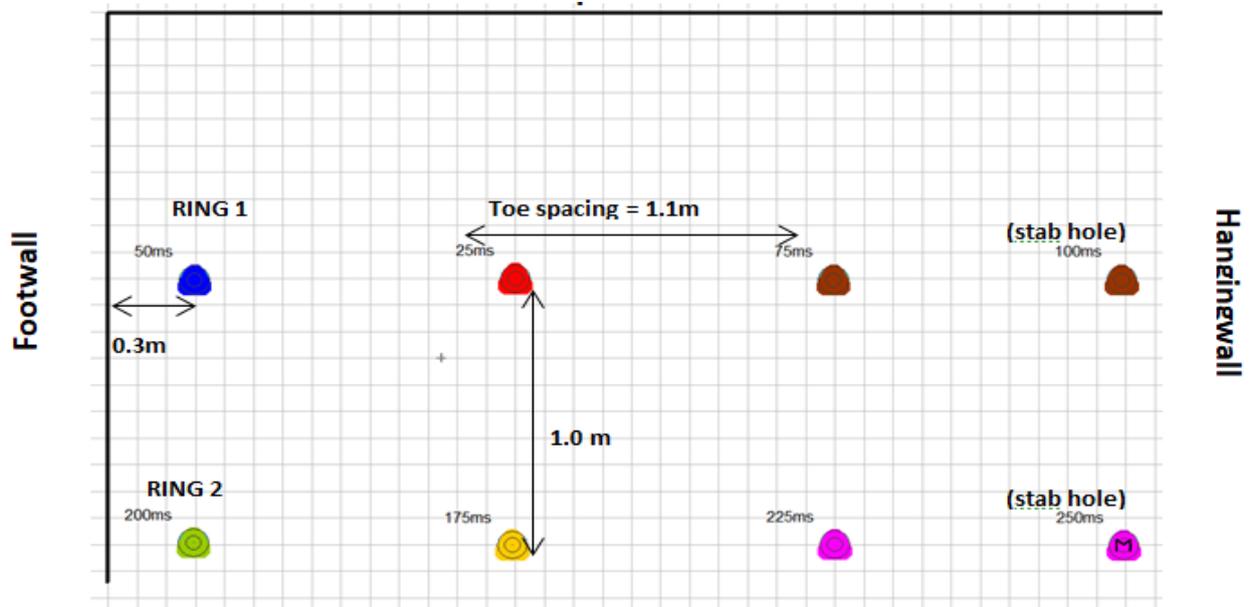


Рис.8. Схема БВР для жил мощностью < 3,0 м и > 2,2 м

Выводы:

- определено GSI массива на основе натуральных измерении непосредственно в забое, что в свою очередь является основным показателем при переходе с прочности образца на прочность массива горных пород;
- результаты численного анализа отличаются от результатов фактического контура отбитого очистного пространства. В связи с этим можно полагать, что разубоживание руды происходит из-за сейсмического влияния взрыва на законтурный массив;
- с целью уменьшения разубоживания руды разработаны различные типы паспортов БВР в зависимости от мощности рудного тела для снижения влияния взрыва на законтурный массив.

Список литературы

1. Г.Г. Ломоносов. Условия рационального применения малогабаритного самоходного оборудования в проектах разработки тонких рудных тел – М.: Горная книга, 2015, – 37 с.
2. Макаров А.Б. и др. Геомеханическое обоснование параметров горных работ при переходе на подземный способ добычи руд Березитового месторождения. - ФТПРПИ, 2016, № 3, с. 27-38.
3. Hoek, E. Practical Rock Engineering (2017). – www.rockscience.com.
4. Hoek, E., Carter, T.G., Diederichs, M.S. (2013). Quantification of the Geological Strength Index chart. - ARMA 13-672.
5. Hutchison, D.J., Diederichs, M.S. (1996). Cablebolting in Underground Mines. - BiTech Publishers Ltd., Canada. – 417 p.
6. Imashev A., Suimbayeva A., Zholmagambetov N., Takhanov D. Research of possible zones of inelastic deformation of rock mass // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. ISSN 2224-5278. Volume 2, Number 428 (2018). – p.177 – 184.