

**УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ВЗРЫВОПОДГОТОВКИ ГОРНОЙ
МАССЫ ДЛЯ УСЛОВИЙ КАРЬЕРОВ СО
СЛОЖНОСТРУКТУРНЫМ СТРОЕНИЕМ МАССИВА
CONTROLLING THE QUALITY OF BLAST PREPARATION OF ROCK MASS
FOR THE CONDITIONS OF QUARRIES WITH A COMPLEX STRUCTURE
OF THE MASSIF**

Рядинский Д.Э., аспирант, Санкт-Петербургский горный университет,
г. Санкт-Петербург, riadinskii.d@mail.ru
Riadinskii D.E., post-graduate student, Saint-Petersburg mining university,
Saint-Petersburg, riadinskii.d@mail.ru

Аннотация. Повышение эффективности взрывоподготовки горной массы во многом зависит от совершенства технологий взрывных работ и максимально возможного использования энергии взрыва. При этом отбойка горной массы должна обеспечить требуемую степень дробления для получения максимальной производительности погрузочно-транспортных средств и дробильно-сортировочного оборудования. На карьере ОАО «Гавриловское КУ» отмечены проблемы выхода значительного количества негабаритной фракции по первому ряду скважин при взрывании горного массива существующей технологией ведения БВР.

В настоящей работе рассмотрен метод фотограмметрии откосов с дальнейшим построением 3D-модели взрывного блока.

Данный метод позволит правильно проектировать каждый отдельный взрывной блок в соответствии с его условиями трещиноватости и блочности, что приведет к экономически выгодному гранулометрическому составу.

Ключевые слова: взрыв, облако точек, профилировка скважин, блочность, трещиноватость, гранулометрический состав.

Abstract. Increasing the efficiency of blast preparation of rock mass largely depends on the perfection of blasting technologies and the maximum possible use of blast energy. At the same time, breaking of the rock mass should provide the required degree of crushing in order to obtain the maximum performance of loading and transport facilities and crushing and screening equipment. At the quarry of OAO Gavrilovskoye KU, problems were noted with the release of a significant amount of oversized fraction in the first row of wells when blasting the rock mass using the existing drilling and blasting technology.

In this paper, we consider the method of slope photogrammetry with further construction of a 3D-model of an explosive block.

This method will correctly design each individual blast block in accordance with its fracture and block conditions, which will lead to an economically advantageous particle size distribution.

Key words: blasting, point cloud, borehole profiling, massif blocking, fracturing, grainsize distribution.

Введение. При увеличении объемов взрывных работ нередко происходит рост выхода негабаритной фракции. Это может обуславливаться ухудшением горно-геологических условий по мере увеличения глубины отработки, некорректно подобранными параметрами буровзрывных работ (БВР), что вызвано желанием сократить производственные затраты и т. д. Данное явление порождает неконтролируемый рост дополнительных издержек на вспомогательные операции, что в целом негативно сказывается на экономической эффективности предприятия [1].

В связи с этим весьма актуальным является решение задачи прогнозирования выхода гранулометрического состава отбиваемой горной массы на основании известных горно-геологических и горнотехнических данных еще на этапе проектирования.

Данная проблема является достаточно изученной в научной литературе, но методы, предлагаемые в настоящее время по снижению выхода негабаритной фракции после взрыва, недостаточно эффективные. Это связано с тем, что существующие технологии, снижающие выход негабаритных кусков горной массы после взрыва, основываются на изменении параметров БВР на карьере в целом и не учитывают геологические, геометрические и топографические условия отдельных взрывных блоков. От локальных характеристик массива, таких как трещиноватость и блочность, зависит распределение энергии взрыва на конкретном взрывном блоке. Данные показатели не являются постоянными для всего месторождения, так как массив горных пород на одном месторождении в разных его частях имеет разную трещиноватость и блочность [2].

Для более точного проектирования и подбора показателей БВР следует обратиться к другим методам. Например, к такому методу, как фотограмметрия с последующим построением 3D-модели взрывного блока, а также профилировке скважин [3–4].

Проектирование взрывных работ с учетом сложноструктурных условий массива горных пород методами фотограмметрии откосов и профилировки скважин

Методика сбора данных для проектирования заключается в сканировании откосов уступов и получении облака точек для дальнейшей работы, а также установки экшн камеры на экскаватор, позволяющих вести съемку забоя в реальном времени.

После сбора данных следует этап их обработки в различных программных комплексах, таких как Agisoft Metashape, ShotPlus и др.

Методика обработки данных заключается в:

- 1) созданию 3D-модели взрывного блока;
- 2) оценке геоструктур по откосу;
- 3) профилировке скважин. Определяется отклонение откоса от проектного.

По завершении обработки данных подбираются параметры БВР в зависимости от структуры массива.

Заключительным этапом является оценка правильности принятых решений по подбору параметров БВР. Оценка осуществляется путем рассмотрения гранулометрического состава взорванной горной массы, полученного с помощью экшн камер, установленных на экскаватор [5].

Заключение. Для эффективного управления качеством дробления горной массы следует учитывать оперативные геологические, геометрические и топографические условия отдельных взрывных блоков, таких как трещиноватость и блочность. От этих характеристик массива зависит распределение энергии взрыва на конкретном взрывном блоке. Данные показатели не являются постоянными для всего месторождения, так как массив горных пород на одном месторождении в разных его частях имеет разную трещиноватость и блочность.

Предлагается использование метода фотограмметрии с последующим построением 3D-модели взрывного блока для более точного проектирования и подбора показателей БВР. Данный подход и использование получаемых аналитических данных по локальной трещиноватости, блочности и структуре массива даст возможность оценить влияние этих параметров, после соответствующей оценки, на фрагментацию горной массы при различных проектных параметрах буровзрывных работ как по 1 ряду, так и по основным взрываемым скважинам, что может стать основой для установления зависимостей и объективного выбора конструктивных и энергетических параметров скважин и зарядов [6–7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Галушко, Ф. И., Комягин А. О., Мусатов И. Н. Управление качеством взрывной подготовки горной массы на основе оптимизации параметров БВР // Горная промышленность. – 2017. – № 5 (135).
2. Gaich A., S. W., P. M. Blast optimization including automatic borehole placement and automatic rock mass characterization // Bergdagarna. Stockholm, 2020.
3. Bamford T., Esmaeili K., Schoellig A. P. A deep learning approach for rock fragmentation analysis // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. – 2021. – Vol. 145. – P. 104839.
4. Boos I. Yu. и др. Structural analysis of pit wall rock mass on 3D slope model constructed using a multicopter // Mining informational and analytical bulletin. 2021. № 12. p. 19–30.
5. Buyer A., Aichinger S., Schubert W. Applying photogrammetry and semi-automated joint mapping for rock mass characterization // Engineering Geology. – 2020. – Т. 264. – P. 105332.
6. Munaretti, E., McClure, R. A., Mendonça, C. S., Kloeckner, J., Scussiatto, M. P., Souza, L. O., Gewher, J. F. (2013). Blasting Optimization using 3D Photogrammetry in a South Brazilian Quarry.
7. Miao Y. и др. Rock Fragmentation Size Distribution Prediction and Blasting Parameter Optimization Based on the Muck-Pile Model // Mining, Metallurgy & Exploration. – 2021. – Vol. 38, № 2. – P. 1071–1080.

УДК 661.683.3

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В ПРОЦЕССЕ
ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКОГО СТЕКЛА ДЛЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО
СИНТЕЗА НИЗКОМОДУЛЬНЫХ ЦЕОЛИТОВ**
**APPLICATION OF INDUSTRIAL WASTE IN THE PROCESS OF LIQUID GLASS
PRODUCTION FOR HYDROTHERMAL SYNTHESIS OF LOW-MODULUS
ZEOLITES**

Свахина Я.А., студент,

Пягай И.Н., д.т.н., с.н.с., директор Научного центра «Проблем переработки
минеральных и техногенных ресурсов»

Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, y_svakhina@mail.ru
Svakhina Yana Andreevna, student

Ryagay Igor Nikolaevich, Doctor of Engineering Sciences, Senior Research Officer, Director
of the Scientific Center “Problems of mineral and technogenic resources processing”
Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg,
y_svakhina@mail.ru

Аннотация. Современное развитие предприятий минерально-сырьевого сектора предполагает расширение сырьевой базы и снижение антропогенного воздействия на экосистему за счет вовлечения промышленных отходов в производственный цикл. В данной работе рассмотрен способ получения жидкого стекла с кремниевым модулем от 2,3 до 3,7 путем утилизации кремнегеля – отхода производства фтористого алюминия. Полученное жидкое стекло может использоваться в качестве источника кремния для синтеза низкомолекулярных цеолитов.

Ключевые слова: кремнегель, промышленные отходы, жидкое стекло, кремниевый модуль, цеолиты, гидротермальный синтез.