УДК 622.236.39

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ГЛУБИНЫ ШПУРА ПРИ РАЗРУШЕНИИ МОНОЛИТОВ ГОРНЫХ ПОРОД НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫМ МЕТОДОМ

В. А. Хорошман, асп., В. В. Воробьев, докт. техн. наук (Кременчугский национальный университет им. М. Остроградского)

Викладено результати експериментів щодо визначення оптимальної глибини шпуру при направленому руйнуванні моделей гірської породи шляхом використання ефекту низькотемпературного розширення рідини, що дозволяє зменшити час буріння шпуру, знизити загальну трудомісткість робіт і знос бурильного інструменту.

Ключові слова: глибина шпуру, низькотемпературне руйнування, статичні навантаження, направлена тріщина.

Изложены результаты экспериментов по определению оптимальной глубины шпура при направленном разрушении моделей горной породы путем использования эффекта низкотемпературного расширения жидкости, что позволяет уменьшить время бурения шпура, снизить общую трудоемкость работ и износ бурильного инструмента.

Ключевые слова: глубина шпура, низкотемпературное разрушение, статические нагрузки, направленная трещина.

Experimental results on determination of optimum depth of the hole in the process of rock models directed fracture by using of the low-temperature liquid expansion effect are presented, which helps to minimize the blasthole drilling time, to lessen labor content and the wear of drilling tools.

Keywords: blasthole depth, low-temperature fracture, static loads, directed crack.

Введение. В современной практике отработки карьеров, угольных шахт и рудников в большинстве случаев применяют буровзрывной способ разрушения горных пород, недостатками которого являются:

необходимость динамического воздействия на породы, их разупрочнения, образования трещин вблизи шпура;

сложность получения направленного раскола;

выделение вредных газов;

звуковые колебания;

повышенная опасность работ.

Несмотря на определенные успехи, достигнутые в управлении процессом взрывного разрушения за счет создания и использования специальных конструкций зарядов, одной из актуальных проблем является высокий процент выхода некондиционных блоков. Разрушение негабаритных блоков в условиях подземных горных выработок угольных шахт осуществляют либо механическим способом при помощи ручных инструментов, либо накладными кумулятивными зарядами. При этом ведение взрывных работ зачастую ограничивается пылегазовым режимом, а применение механизированного способа – прочностью пород. Для решения этой и ряда других задач в современной практике стали использовать невзрывчатые разрушающие вещества (НРВ). Однако широкое внедрение технологий невзрывного

разрушения сдерживается сложностью их практической реализации в реальных условиях, поскольку поведение НРВ в условиях колебаний температуры, влажности, соотношения входящих компонентов, степени перемешивания может существенным образом изменяться. Так, например, понижение температуры окружающей среды приводит к снижению скорости гидратации и развиваемого давления расширения, что снижает эффективность невзрывного разрушения. Повышение температуры окружающей среды, наоборот, способствует росту скорости реакции гидратации, а поскольку реакция является экзотермической, то это зачастую приводит к непроизвольному выбросу НРВ из шпура [1]. Существенным недостатком является также необходимость обязательного осушения шпуров перед их заполнением рабочей смесью, поскольку содержание избыточного количества воды в смеси повышает ее пластичность и способствует снижению потенциальных возможностей НРВ. При разрушении горных пород в условиях повышенного водопритока необходимо проводить специальные меры по герметизации всего канала шпуров.

Альтернативой разрушению с помощью НРВ может быть способ разрушения монолитов горных пород путем использования эффекта низкотемпературного расширения жидкости (например, воды) [2]. Разрушение происходит в результате действия статических сил, как и в случае с использованием НРВ. Для реализации этого способа не требуется дорогостоящее оборудование, исключаются повреждения вследствие разлета частей разрушаемых объектов. Следует также отметить, что описываемый способ абсолютно не зависит от такого фактора, как перепад температур (что является проблемой для НРВ) и значительно выигрывает во времени по сравнению с использованием НРВ. Метод может применяться при реконструкции зданий и сооружений, разрушении негабаритов и валунов, пассировке (разделка) блочного камня, а также в условиях, где невозможны взрывные работы (объекты нефтегазового комплекса, шахты и рудники, опасные по газу и пыли).

Цель работы – экспериментальное определение оптимальной глубины шпура при разрушении монолитов горных пород.

Изложение основного материала. Поскольку метод низкотемпературного разрушения пород по своей физической сути схож с методом разрушения с помощью НРС, то целесообразно предложенные ниже исследования по определению оптимальных параметров разрушения пород вести в сравнении с уже существующим паспортом отбойки с помощью НРС. Так, для НРС принято, что глубина шпура должна составлять от 70 до 80 % требуемой глубины разрушения в зависимости от свойств, прочности и пластичности разрушаемого материала [3]. По данным других исследований, исходя из практики, рациональная глубина шпуров должна составлять 90…95 % от проектной глубины разрушаемого объекта, а его диаметр – не менее 42 мм. При этом увеличение диаметра шпура и уменьшение его глубины приводит к опасности выброса рабочей массы НРВ из шпура.

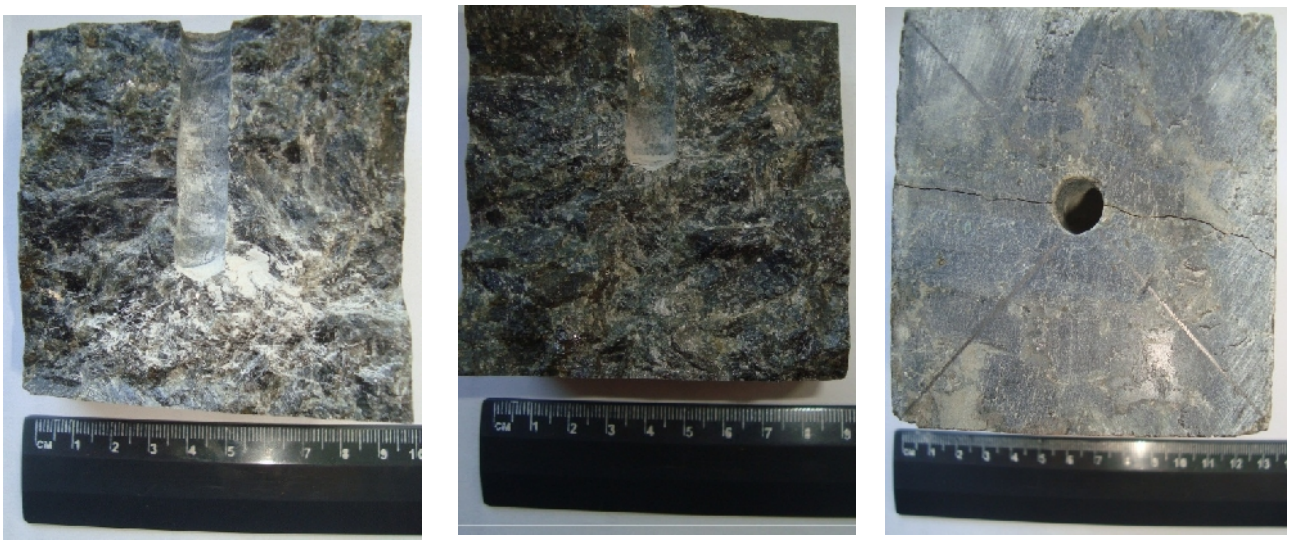
Для исследования оптимальной глубины шпура при использовании метода низкотемпературного разрушения авторами был проведен ряд опытов по разрушению кубических образцов из лабрадорита размером 80×80×80 мм. В

них сверлились отверстия диаметром 10 мм, глубина которых (в первом цикле экспериментов) составляла 3/4 высоты образца, во втором цикле – 1/2 высоты образца, в третьем – 1/3 высоты образца. Далее в шпур заливали воду и замораживали. При этом в результате расширения льда возникало давление на стенки шпура, при котором в разрушаемом объекте развиваются напряжения, превышающие прочность при растяжении материала и достаточные для появления трещины в образце. Передача давления от расширения льда на стенки шпура осуществляется постепенно: в массиве происходит перераспределение напряжений, и контур шпура успевает разгрузиться от повышенных сжимающих напряжений, причем стенки шпура остаются практически ненарушенными, а вокруг отверстия образуются сдвиговые трещины.

Результаты эксперимента сведены в таблице и представлены на рисунке.

Результаты экспериментов при установлении оптимальной глубины шпура

	Глубина шпура по отношению к высоте образца *h*		
Внешние характеристики раскола	3/4*h*	1/2*h*	1/3*h*
	Появление трещины и раскол образца на две части	Появление трещины и раскол образца на две части	Появление видимой трещины без раскола
	Время, затраченное на полное разрушение – 8…10 минут	Время, затраченное на полное разрушение – 10–12 минут	Время до появления трещины – 10…12 минут
	Амплитуда неровностей раскола незначительна	Амплитуда неровностей раскола незначительная	Сравнительно ровная трещина на поверхности образца



а *б* *в*

Рис. 1. Характер разрушения модели: *а*, *б*, *в* – глубина шпура составляет соответственно 0,75, 0,5 и 0,33 высоты модели

После проведения ряда дополнительных экспериментов целесообразно разработать рациональный паспорт невзрывной отбойки блоков лабрадоритов при использовании низкотемпературного метода разрушения пород.

Выводы

Анализ результатов выполненных экспериментов позволяет сделать вывод, что для полного раскола образца оптимальная глубина шпура составляет 1/2 высоты разрушаемого объекта, однако для появления трещины на поверхности образца достаточно и глубины равной 1/3h. В промышленных условиях целесообразно использовать шпуры переменной глубины (то есть чередовать 0,7*h*, 0,5*h*, 0,7*h*, 0,5*h* и т.д.) Полученные результаты, в сравнении с паспортом отбойки блоков с помощью НРС, где глубину шпура принимают от 70 до 95 % высоты блока, свидетельствуют о том, что описанный способ позволяет уменьшить время бурения шпура, снизить общую трудоемкость работ, а также износ бурильного инструмента.

1. *Сахно И. Г.* Изучение причин самопроизвольного выброса невзрывчатых разрушающих веществ из шпуров / И. Г. Сахно, Н. Н. Касьян, А. О. Новиков, В. Л. Самойлов // Разработка рудных месторождений. – Донецкий национальный технический университет. – 2011. – Вып. 94. – С. 3–5.

2. *Хорошман В. А.* К вопросу о низкотемпературном разрушении горных пород / В. А. Хорошман, В. В. Воробьев // Сучасні ресурсозберігаючі технології гірничого виробництва. – Наук.-виробн. зб.: Кременчуцький національний університет ім. Михайла Остроградського. – 2010. – Вип. 2/2010(6). – С. 35–41.

3. *Руководство по применению* невзрывчатых расширяющихся материалов для разрушения монолитных бетонных и железобетонных строительных конструкций [электронный ресурс]: http://www.masters.donntu.edu.ua/2002/ggeo/merkelo/diss/lib/st5.htm

Надійшла до редакції 11.09.2012 р.
Рекомендовано до друку докт. техн. наук. В. Д. Воробйовим