

В.В. - Ин-т геотехн. механики НАН Украины. – Днепропетровск, 2002. – 372 с.

2. СОУ 10.1.05411357.010:2008 Система забезпечення надійного та безпечного функціонування гірничих виробок із анкерним кріпленням. Загальні технічні вимоги. – К.: Мінвуглепром України, 2008. – 83 с.

3. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975. – 542 с.

УДК 622.236.4.001.1

В.П.Куриной, к.т.н.,
И.П.Гаркуша, к.ф-м.н.,
(НГУ)

Л.В. Прохорец, инж.
(ИГТМ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗУПРОЧНЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ВЗРЫВЕ ЗАРЯДОВ С ИНЕРТНЫМИ ПРОМЕЖУТКАМИ

В статье приведены результаты исследований процессов разупрочнения горных пород при взрыве зарядов с инертными промежутками.

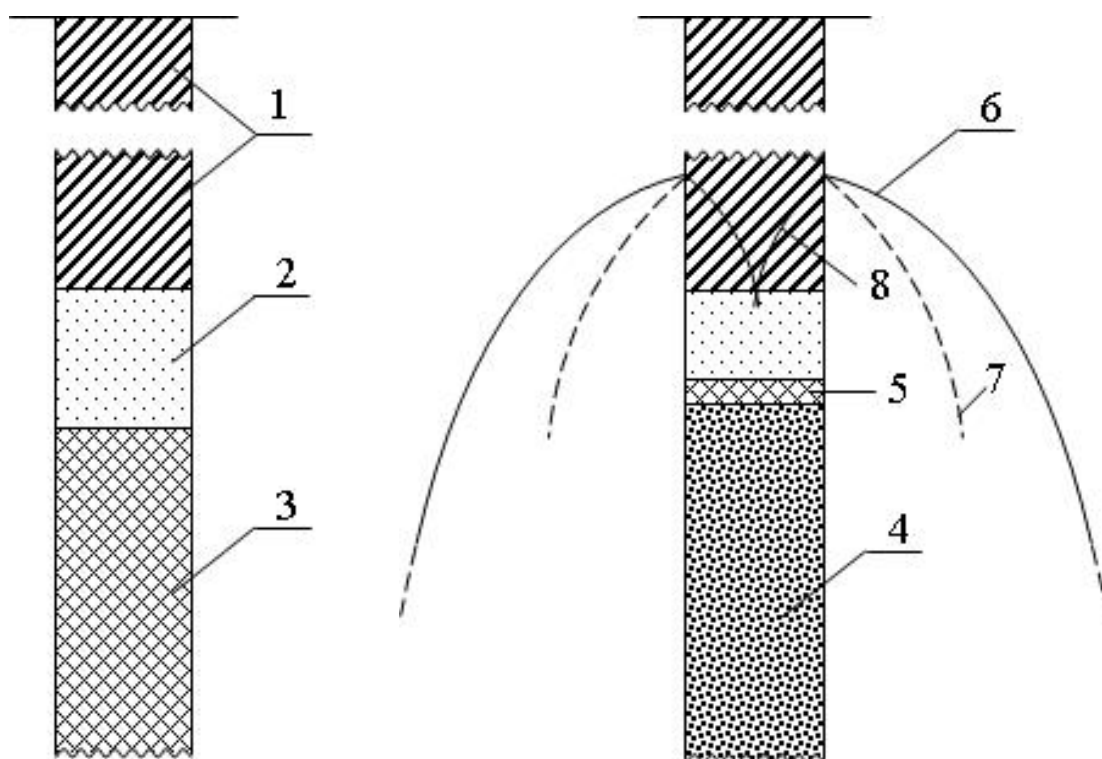
RESEARCH OF PROCESSES LOSS OF STRENGTH OF MOUNTAIN BREEDS AT EXPLOSION OF CHARGES WITH INERT GAPS

In clause the results of researches of processes loss of strength of mountain breeds are given at explosion of charges with inert gaps.

При дроблении горной породы массовым взрывом большое значение имеет степень ее разупрочнения, т.е. степень трещиноватости кусков горной массы. Разупрочнение породы происходит в неоднородном нестационарном поле напряжений. Обычные заряды с инертными промежутками создают в породе неоднородное нестационарное поле напряжений, но время существования неоднородности мало. Это связано с тем, что инертные промежутки при взрыве быстро распадаются [1]. Действительно, детонационный шнур (ДШ) при взрыве образует канал в инертном промежутке, в который устремляются продукты взрыва (ПВ). При этом материал промежутка сжимается вместе с воздухом пор и ПВ до давления $P \sim 1$ ГПа. В промежутке протекают интенсивные волновые процессы, способствующие перемешиванию материала промежутка и ПВ. Адиабатное сжатие воздуха пор и частиц промежутка значительно нагревает вещество промежутка, что приводит к потерям энергии ПВ. При верхнем инициировании распад промежутка начинается при подходе волны разрежения от забойки к промежутку, т.е. через время $t = 1$ мс с момента инициирования. Время детонации всего заряда примерно в два раза больше. Сжатые в промежутке ПВ при подходе волны разрежения начинают расширяться в сторону забойки. При наличии неоднородностей в промежутке и неправильности формы скважины происходит перемешивание ПВ и вещества промежутка при помощи волн и турбулентных потоков. Промежуток распадается. При этом неоднородности поля напряжений исчезают. Времени существо-

вания неоднородности недостаточно, чтобы эффективно разупрочнить породу.

Исследования газодинамических процессов в скважинном заряде с промежутком из пористого низкоплотного материала между зарядом и забойкой (рис. 1) позволили установить, что, благодаря наличию промежутка, создаются условия, при которых ударная волна в породе перегоняет ударную волну в забойке. При этом нижняя часть забойки обжимается волной разгрузки от ударной волны в породе, а это приводит к частичному замыканию полости взрыва.



Скважинный заряд
с промежутком:

- 1 – забойка;
- 2 – промежуток;
- 3 – ВВ

Картина волновых фронтов при взрыве
заряда с промежутком у забойки:

- 4 – продукты взрыва;
- 5 – ударная волна в промежутке;
- 6 – фронт волны напряжений;
- 7 – фронт волны разгрузки;
- 8 – фронт волны сжатия в забойке

Рис. 1. Скважинный заряд с низкоплотным промежутком у забойки.

С целью увеличения времени существования промежутка необходимо, прежде всего, изолировать материал промежутка от ПВ. Для этого можно или использовать в качестве материала промежутка вещество с минимальной пористостью, или между промежутком и ВВ помещать изолирующие прокладки.

Промежутки теоретически могут быть подвижными и неподвижными. Промежутки без канала в них будут двигаться к забойке, не распадаясь. Рас-

четы показывают, что скорости их достаточно малы для того, чтобы порода успевала разупрочняться в движущемся в породе вместе с промежутком неоднородном поле напряжений на расстоянии 2-3 м от скважины. Канал в промежутке не возникает при электровзрывании или применении специальных ДШ. Подбирая состав промежутка и располагая обычный ДШ по оси скважины, можно добиться того, что промежуток будет неподвижен до расширения полости взрыва. Действительно, диаметр образовавшегося канала в промежутке $d_k \gg d\sqrt{k}$ (d – диаметр скважины, k – относительный объем пор в промежутке). ПВ в канале прижимают материал промежутка к стенке скважины и заклинивают его в скважине. Пусть длина промежутка l_n , а коэффициент трения между стенками скважины и частицами промежутка m тогда промежуток заклинивается в скважине, если его длина больше величины

$$l_n > \frac{d(1-k)P_1}{4mP_2}, \quad (1)$$

где P_1, P_2 – соответственно давление ПВ на породу вне канала и в канале. P_2 можно оценить по формуле $P_2 = P_1 d_k / d$.

Изменение напряжений в породе у промежутка вдоль оси скважины можно оценить по формуле

$$\frac{Ds}{Dl} = \frac{(P_1 - P_2)}{Dl}. \quad (2)$$

Минимальный линейный размер разупрочнения Dl_m определится из уравнения

$$\frac{Ds_c}{Dl_m} = \frac{P_1 - P_2}{l_n} \hat{U} \quad Dl_m = \frac{s_c l_n}{P_1 - P_2}, \quad (3)$$

где s_c – динамический предел прочности породы на сдвиг.

Если положить, что напряжения во взрывной волне затухают по закону $s(r) = s_0(d/2r)^n$, где s_0 – напряжения в породе у стенки скважины; n – показатель затухания, то размер разупрочнения на расстоянии r от оси будет равен

$$Dl(r) = s_c l_n (2r/d)^n / (P_1 - P_2). \quad (4)$$

Время действия напряжений должно быть больше t_1 :

$$t_1 \gg 2Dl(r) / C_l, \quad (5)$$

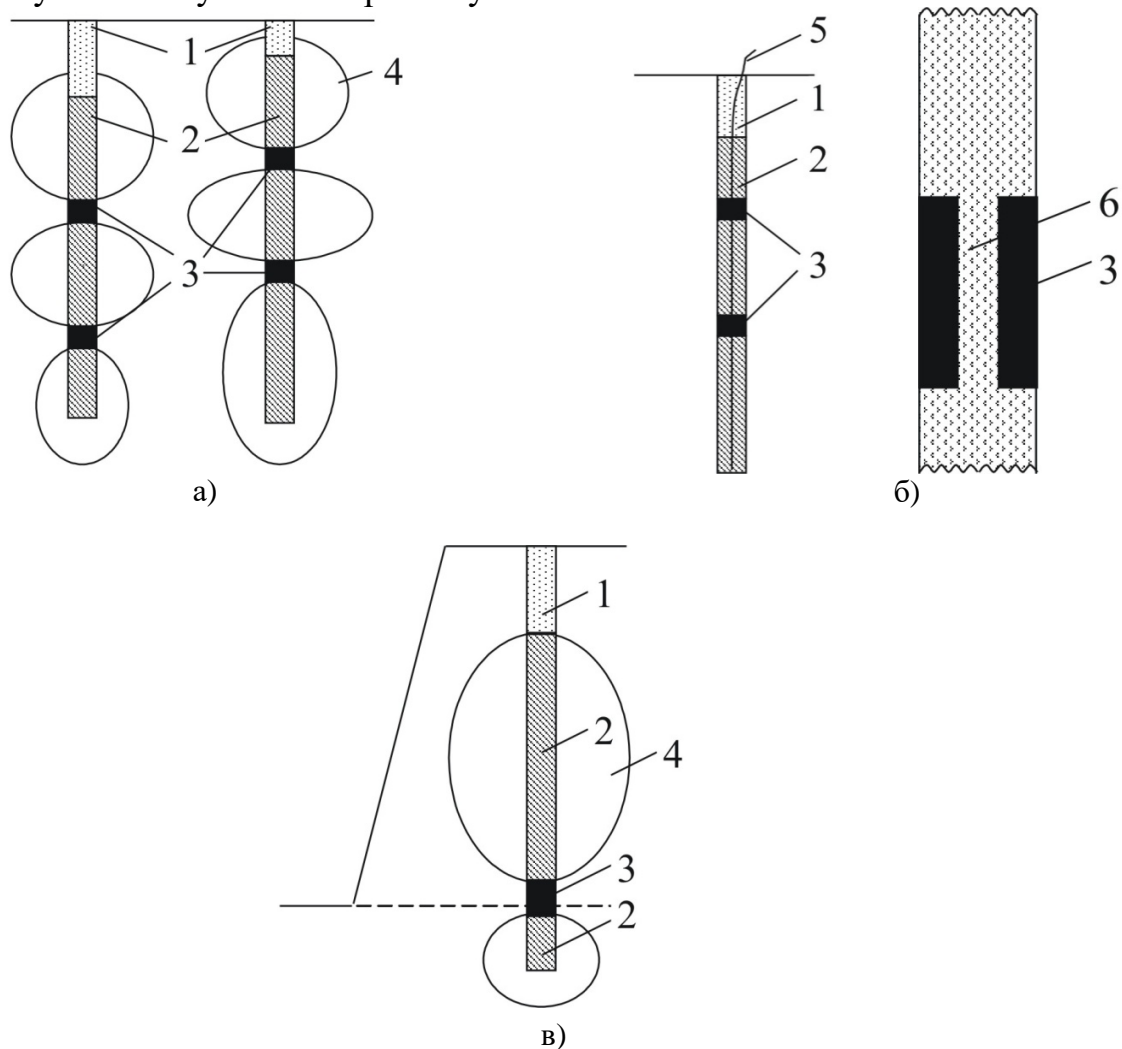
где C_l – скорость продольной упругой волны.

Схемы зарядов с инертными и воздушными промежутками представлены на рис. 2.

Эффективность разупрочнения породы промежутками тем выше, чем меньше энергии излучает промежуток. Средняя плотность потока энергии, излучаемой промежутком, может быть оценена на основе закона сохранения энергии

$$J_1 \rho d^2 = J_2 \rho l_n d \hat{U} \quad J_2 = J_1 l_n / d, \quad (6)$$

где J_1, J_2 – соответственно плотности потоков энергии, поступающей в промежуток и излучаемый промежутком.



а – «подвижные» инертные промежутки; б – «неподвижные» инертные промежутки; в – заряд с воздушным промежутком в перебуре;
 1 – забойка; 2 – ВВ; 3 – промежутки; 4 – поле напряжений; 5 – ДШ;
 6 – канал в промежутке

Рис. 2. Заряды с инертными и воздушными промежутками.

Эффективные для разупрочнения размеры неоднородности поля напряжений заряда с промежутками измеряются $(1, 2)l_n$. Через несколько мс (5-6 мс) с момента инициирования амплитуды волн в полости взрыва уменьшаются настолько, что разупрочнение породы уже незначительно. Для увеличения времени разупрочнения инертные промежутки необходимо располагать в шахматном порядке. То есть, промежуток в скважине должен располагаться на уровне ВВ в соседних скважинах. При этом порода будет вытесняться (течь) в сторону промежутков. Во встречных «потоках» будет происходить эффективное разупрочнение породы до начала выброса ее.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курінний В.П. Фізичні аспекти руйнування гірських порід вибухом / В.П. Курінний. - Дніпропетровськ: НГУ, 2009. - 158 с.

УДК 693.54:620.193.4

П.А. Донченко к.т.н., проф.,
Л.О. Куцевол асп.,
(ЧДТУ)

СТІЙКІСТЬ ЦЕМЕНТНОГО КАМЕНЮ В АГРЕСИВНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Эта статья посвящена характеристике проблемы стойкости цементного камня в агрессивной среде. Проведен анализ коррозионных процессов, которые происходят в цементных бетонах под действием водной среды. Отмечены основные последствия возникновения коррозии и методы защиты от неё.

STABILITY OF CEMENT STONE IN AGGRESSIVE DELIRIUM

This article is devoted to the characteristic of the problem of firmness of a cement stone in an excited environment. The analysis of the corrosive processes which occur in cement concrete under the influence of the water environment is carried out. We will point out the basic consequences of the origin of corrosion and methods of protection against it.

В умовах експлуатації на цементний камінь і бетони можуть діяти води, що містять різні солі, зокрема морські і ґрунтові, води різних хімічних підприємств. Залежно від природи речовини, що містяться у водах, вплив їх на довговічність бетону різний.

З руйнуючою дією морської води на цементний бетон дослідники і будівельники-практики вперше зіткнулись у 70-80-х рр. минулого століття. В цей час розпочато дослідження стійкості бетону у різних середовищах. Значний вклад в вирішенні сучасних проблем стійкості бетону внесли відомі вчені такі як: А.Р. Шуляченко, В.І.Чорноморський, М.А.Белелюбський, О.О. Байковий, С.І. Дружинін, В.А. Кінд, В.М. Юнг, В.В. Кінд [1-6], а проблемі корозії бетону значної уваги приділено в роботах В.М. Москвіна, В.І. Бабушкіна та ін. [4, 6].