

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ НЕВЗРЫВЧАТЫХ РАЗРУШАЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ УПРОЧНЕНИИ МАССИВОВ РАЗРУШЕННЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Наведені результати лабораторних досліджень невибухових руйнуючих речовин для зміцнення зруйнованих порід.

Приведены результаты лабораторных исследований невзрывчатых разрушающих веществ для упрочнения разрушенных горных пород.

The results of laboratory researches of no explosive destroying substances for hardening the destroyed rocks are given.

В последние годы в мировой и отечественной практике начинают применяться невзрывчатые разрушающие средства, способные резко увеличиваться в объеме и создавать высокие давления в результате протекания реакций гидратации. Материалы на основе невзрывчатых разрушающих веществ (НРВ) в настоящее время применяются в основном для разрушения прочных пород и дробления негабаритных блоков при добыче скальных пород открытым способом. Существуют предпосылки применения НРВ в угольных шахтах взамен традиционных взрывчатых веществ, в этом направлении ведутся значительные научные исследования.

Авторами статьи поставлена задача определения возможности применения НРВ с противоположной целью - для упрочнения вмещающего горную выработку массива в пределах зоны разрушенных пород. Технологически это осуществляется за счет создания распора в разрушенных породах за пределами проектного контура выработки, что приводит к увеличению сил трения между породными фрагментами и способствует их самоподдержанию (рис. 1). Указанная технология упрочнения может быть реализована при перекреплении горных выработок (1).

На рис. 2 показана расчетная схема к определению параметров технологии ремонта выработки на основе искусственного создания распора в зоне возможного обрушения пород.

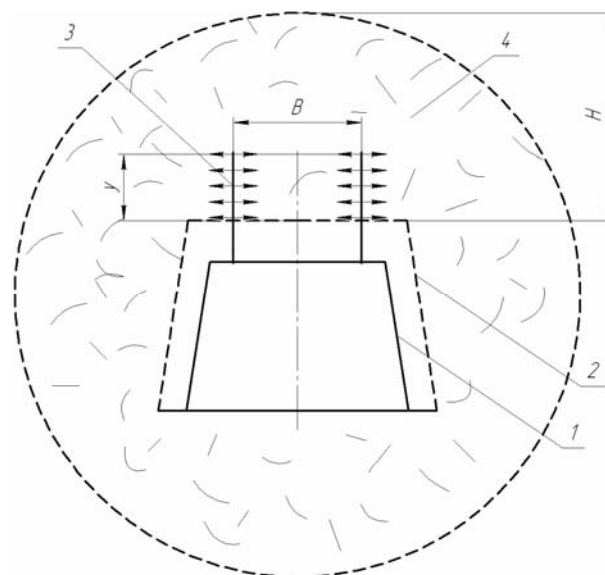


Рис. 1. Схема реализации предлагаемого способа упрочнения при перекреплении выработки: 1 – фактический контур выработки; 2 – проектный контур выработки; 3 – шпуры с распорными элементами; 4 – возможная область обрушения пород

Решение поставленной задачи осуществляется при следующих допущениях: граница зоны возможного обрушения пород кровли выработки H распространяется до границы зоны разрушенных пород вокруг выработки; породные фрагменты по форме представляет собой параллелепипеда с высотой, равной мощности по-

родных слоев; породный массив представляется безраспорной сыпучей средой.

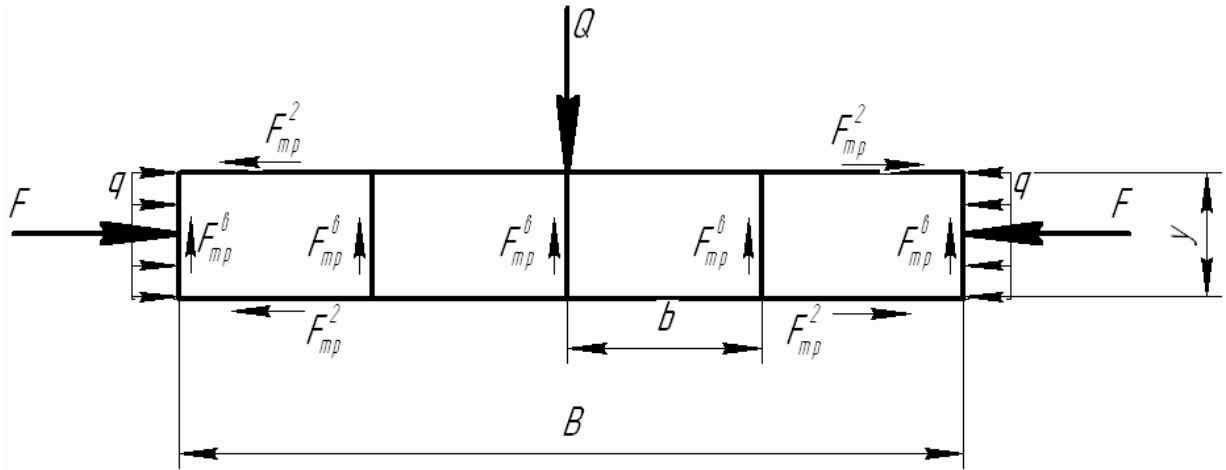


Рис. 2. Расчетная схема к определению параметров способа перекрепления выработки

Равновесное состояние области породного массива по ширине B обеспечивается за счет приложения распределенной нагрузки q по его краям на участке y . При этом суммарные силы трения по вертикальным границам породных блоков F_{mp} уравниваются их весом с учетом дополнительной нагрузки, создаваемой весом пород на участке $(H-y)$.

Решение уравнения предельного равновесия по приведенной расчетной схеме позволяет получить следующую зависимость:

$$q = \frac{1}{y} \left(\frac{B \cdot H \cdot \gamma}{k_{mp}(n+1)} + 2H \cdot B \cdot \gamma \cdot k_{mp} \right) - B \cdot \gamma \cdot k_{mp} \quad (1)$$

Результаты расчетов по формуле (1) для условий $H=3\text{м}$, $B=2\text{м}$, $\gamma=0,025\text{МН/м}^3$ показаны на рис. 3.

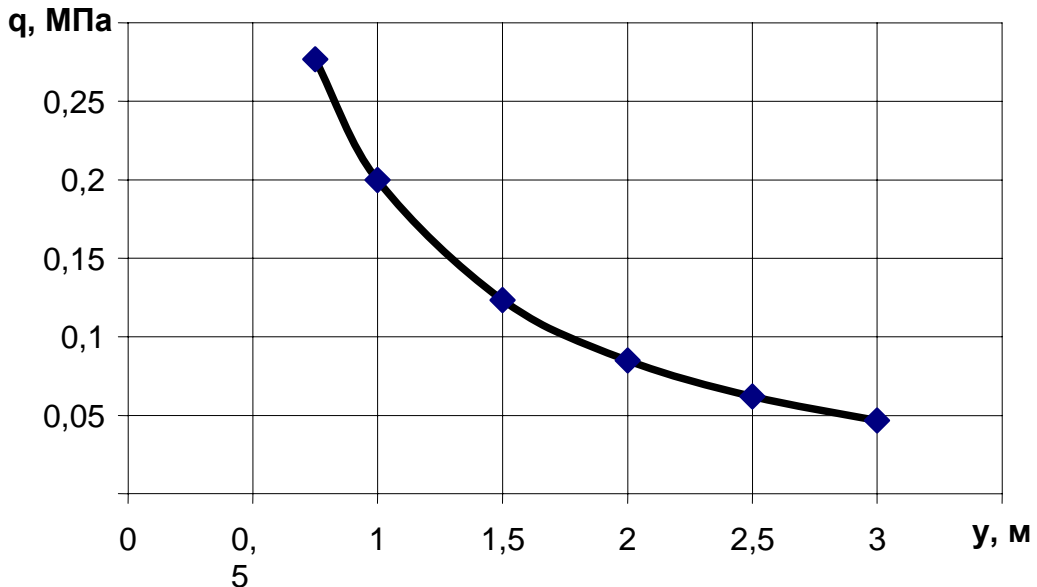


Рис. 3. График зависимости необходимой величины распора (q) от протяженности сжимаемого участка пород (y)

Анализ зависимости величин распора (q) от протяженности сжимаемого участка пород (y) (рис. 3) показывает, что с увеличением последнего с 0,6 до 3 м необходимая величина распора уменьшается с 0,27 до 0,05 МПа.

Для определения предельных давлений, развиваемых невзрывчатыми разрушающими средствами, были проведены лабораторные исследования их работы в условиях сходных с природными. Для испытаний был взят материал НРВ-80, выпускаемый в настоящее время промышленностью Украины.

Указанный материал представляет собой порошкообразное вещество на основе оксида кальция, является пылящим, негорючим, невзрывоопасным, что позволяет применять его в шахтных условиях.

Для проведения лабораторных испытаний был изготовлен специальный прибор (рис. 4), состоящий из следующих элементов: 1 – цилиндр; 2 – шток; 3 – винт; 4 – проставка.

Схема испытаний состояла в следующем. Приготовленный заданный объем пластифицированного НРВ-80 (5) помещался в цилиндр (1), после этого прибор устанавливался между плитами пресса и при помощи штока (2) создавался начальный распор. При кристаллизации веществ-

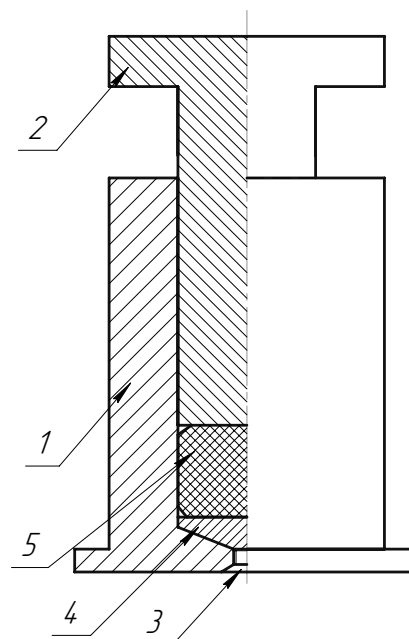


Рис. 4. Конструкция прибора для проведения испытаний

ва происходило его саморасширение, в результате чего оказывалось давление на шток. Измерение давления производилось при помощи динамометра ДОСМ-3-5, установленного между штоком и верхней плитой пресса. Контроль смещений штока проводили при помощи индикатора часового типа с точностью до 0,01 мм. Общий вид установки для лабораторных исследований приведен на рис. 5.



Рис. 5. Общий вид установки для лабораторных исследований

Была проведена серия испытаний, целью которых было установление режима работы НРВ-80 при разных величинах допустимой объемной деформации. В лабораторных условиях различные объемные перемещения задавались изменением величины зазора между

веществом и штоком. Регулирование зазора производилось путем установки между цилиндром и штоком набора контрольных шайб. Результаты исследований приведены в виде графиков на рис. 6, 7.

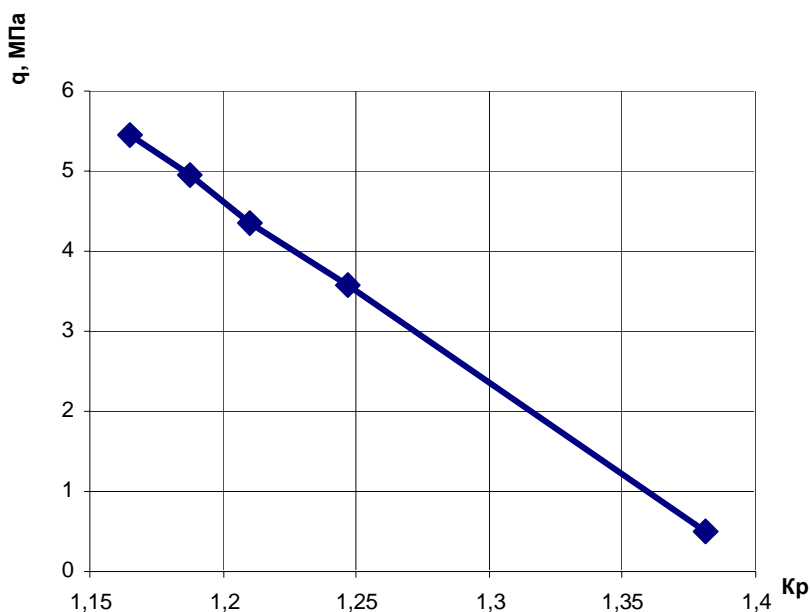


Рис. 6. График зависимости давления (q) развиваемого НРВ от коэффициента расширения

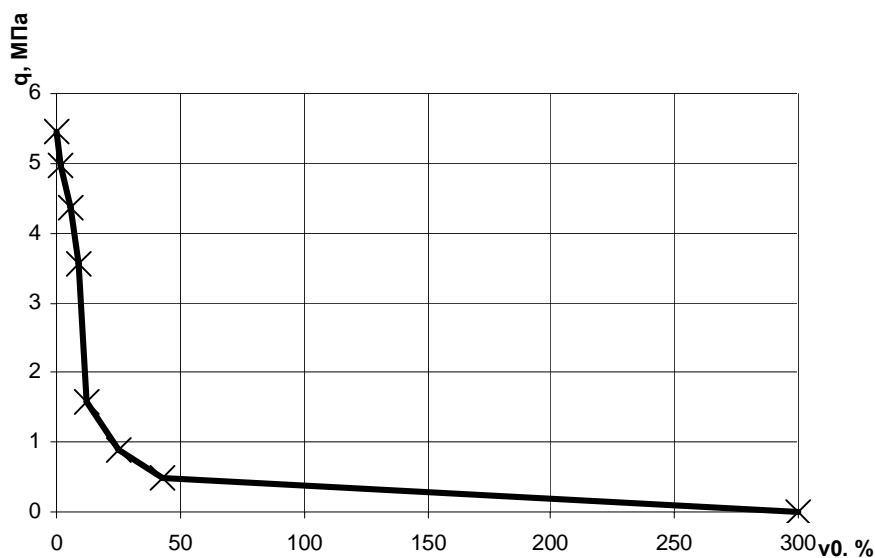


Рис. 7. График зависимости развиваемого давления (q) от величины допустимой начальной объемной деформации (v_0)

Также было проведено испытание вещества в свободном состоянии. Ана-

лиз результатов проведенных исследований позволяет сделать следующие

выводы: 1. При работе в условиях одноосного сжатия за счет своего саморасширения; (без начальной нагрузки) материал развивает давление до 6 МПа.

2. При возможности свободного деформирования происходит снижение эффективности работы НРВ. Так при допустимом начальном объемном деформировании 42,5% материал не развивает давления больше 0,5МПа.

3. В условиях свободного объемного расширения материал способен увеличиваться в объеме до 300%, однако кристаллизация его в этом случае не происходит, после отвердевания материал представляет собой порошок.

На основании сравнения полученных результатов лабораторных исследований с результатами аналитического решения (1) можно сделать вывод, что создаваемое при саморасширении исследуемого материала давление (до 6

МПа) более чем в 20 раз превосходит минимально необходимое (рис. 3) и является достаточным для создания распора в разрушенных породах. Вышесказанное позволяет сделать вывод о возможности применения НРВ-80 для упрочнения массивов разрушенных горных пород.

Список литературы

1. Разработка технологии перекрепления выработок, обеспечивающей их устойчивость в послеремонтный период / Н.Н. Касьян, Ю.А. Петренко, А.О. Новиков, Н.А. Овчаренко // Геотехнологии и управление производством XXI века. Том 1. Монография. - Донецк: ДонНТУ, 2006. – С. 32-38.