

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ РАЗРУШЕННЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ИЗ НИХ НЕСУЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ

Сахно И.Г. (ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Петренко Ю.А. (ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Овчаренко Н.А. (ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

На підставі проведеного лабораторного моделювання встановлено можливість, та досліджені особливості формування в межах зони зруйнованих порід несучої конструкції, за рахунок збільшення тертя між породними фрагментами за допомогою невибухових руйнуючих речовин.

On the basis laboratory modelling possibility is established and features of formation within a zone of the destroyed rocks of a bearing design, at the expense of friction increase between pedigree elements by means of unexplosive destroying substances are investigated.

Традиционные подходы к обеспечению устойчивости горных выработок, основанные на увеличении металлоемкости крепи на 1 п.м. выработки (увеличение типоразмера спецпрофиля, уменьшения шага установки арочной податливой крепи, применение крепи усиления и т.д.) в условиях глубоких шахт не позволяют обеспечить безремонтное состояние выработок, находящихся в зоне влияния очистных работ, однако приводят к значительному повышению стоимости их проведения. Это объясняется невозможностью воспрепятствовать существующими средствами крепления образованию и развитию вокруг выработок зоны разрушенных пород (ЗРП). На актуальность проблемы указывает то, что в настоящее время средний удельный объем крепления горных выработок составляет около 16 м на каждые 1000 т добытого угля, а объем перекрепления – 7,5 м на каждые 1000 т [1], в то время как стоимость комплекта арочной крепи составляет около 2000 грн.

На наш взгляд, силовое противодействие естественным геомеханическим процессам, происходящим в массиве не имеет

перспективы и не может привести к состоянию длительного устойчивого равновесия. Авторами предлагается технология обеспечения безремонтного состояния выработок, основанная на использовании собственной прочности горных пород и сложившегося в окружающем массиве равновесного состояния.

Поскольку при поддержании выработки, находящейся в зоне влияния очистных работ, условно можно выделить два этапа связанные с перераспределением напряжений в массиве - вызванный проведением собственно выработки и ведением очистных работ, то и средства крепления необходимо выбирать отдельно для каждого из этих этапов, с учетом сложившегося состояния массива на предыдущем этапе. Предлагаемый подход сводится к тому, что на первом этапе выработка крепится традиционным способом, а на втором - роль крепи выполняет искусственно создаваемая из породных блоков в пределах ЗРП несущая конструкция. Формирование этой конструкции обеспечивается путем увеличения сил трения между породными фрагментами, в пределах ЗРП, что достигается при помощи их распора. В качестве средства создания распора предлагается применение невзрывчатых разрушающих веществ (НРВ), способных резко увеличиваться в объеме и создавать высокие давления, которые начинают применяться в отечественной практике. Лабораторные исследования свойств НРВ, проведенные авторами [2], показали, что эти вещества способны обеспечить необходимые давления в массиве.

Принципиальная схема формирования несущей конструкции в пределах ЗРП, согласно предлагаемой технологии, приведена на рисунке 1.

Несомненно, размеры структурных элементов и расстояние между распорными элементами оказывают влияние на характер работы создаваемой конструкции. С целью изучения этого влияния авторами были проведены лабораторные исследования на структурных моделях.

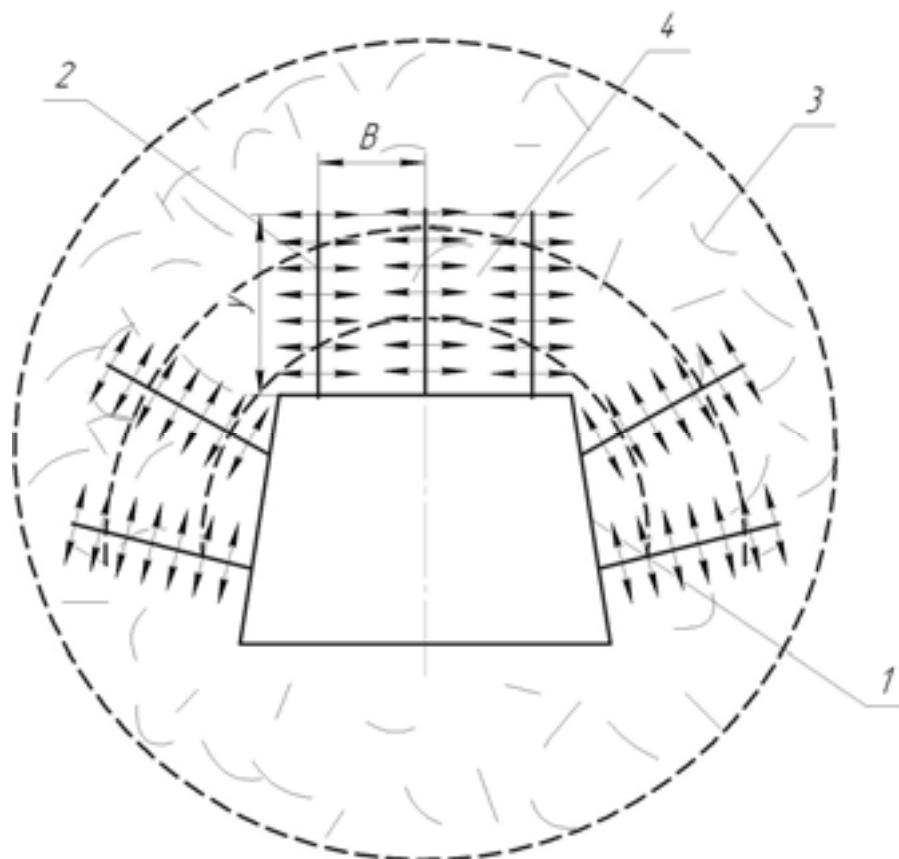


Рис. 1. Схема создания несущей конструкции из пород в пределах ЗРП.

- 1 – контур выработки
- 2 – шпур с распорными элементами;
- 3 – разрушенные породы
- 4 – формируемая несущая конструкция

Моделирование проводилось при следующих допущениях: породные фрагменты по форме представляют собой параллелепипеды, с высотой, равной мощности моделируемых породных слоев; породный массив представляется безраспорной сыпучей средой. Равновесное состояние области породного массива по ширине B обеспечивается за счет приложения распределенной нагрузки q по его краям на участке u .

Был изготовлен специальный стенд, представляющий собой деревянную раму с задней глухой и передней прозрачной стенками. В нижней части стенда были установлены две опоры, имитирующие пролет между распорными элементами. Над этими опорами помещались элементы, имитирующие блоки пород непосредственной кровли, представляющие по форме

параллелепипед из пластмассы с размерами 0,02x0,04x0,007 м, по торцам которых были наклеены отрезки мелкозернистой наждачной бумаги. В различных опытах размеры блоков изменялись. По бокам стенда размещались распорные элементы, давление в которых создавалось при помощи столба жидкости. Общий вид модели представлен на рисунке 4.2.

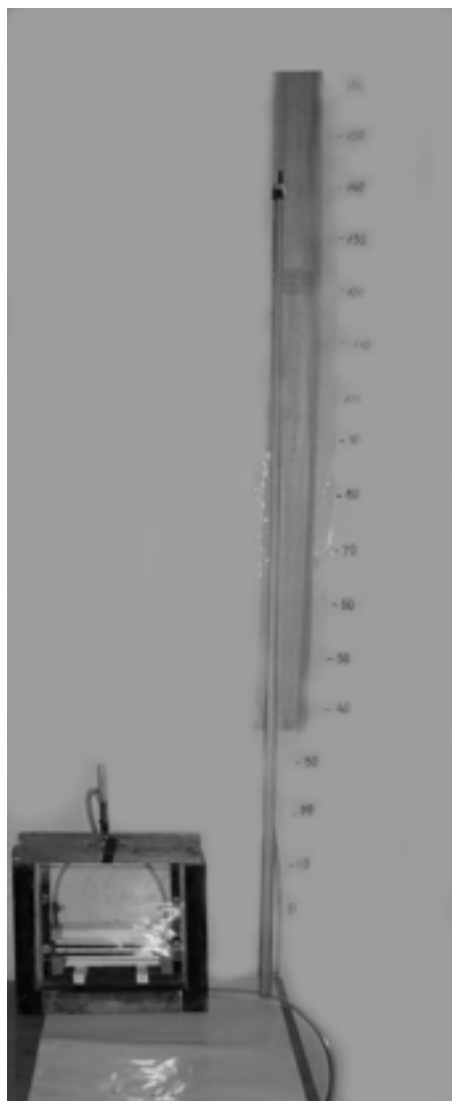


Рис. 2 Общий вид модели.

Было проведено несколько серий опытов, которые отличались между собой линейными размерами блоков. При постоянной высоте и ширине изменялась их длина в пределах 0,071-0,21 l/B , где B – размер между распорными элементами. В каждом эксперименте было несколько опытов при изменении количества слоев от 1 до 3.

Проведение эксперимента сводилось к следующему: слои блоков укладывались в модель. Создавался распор при помощи столба жидкости. Последующим снижением уровня жидкости

определяли минимально необходимое давление для обеспечения устойчивости конструкции. Общий вид моделей до и после потери устойчивости приведен на рис. 3-4.



Рис. 3. Общий вид модели до потери устойчивости (размер блока 0,14 l/B , 1 слой).

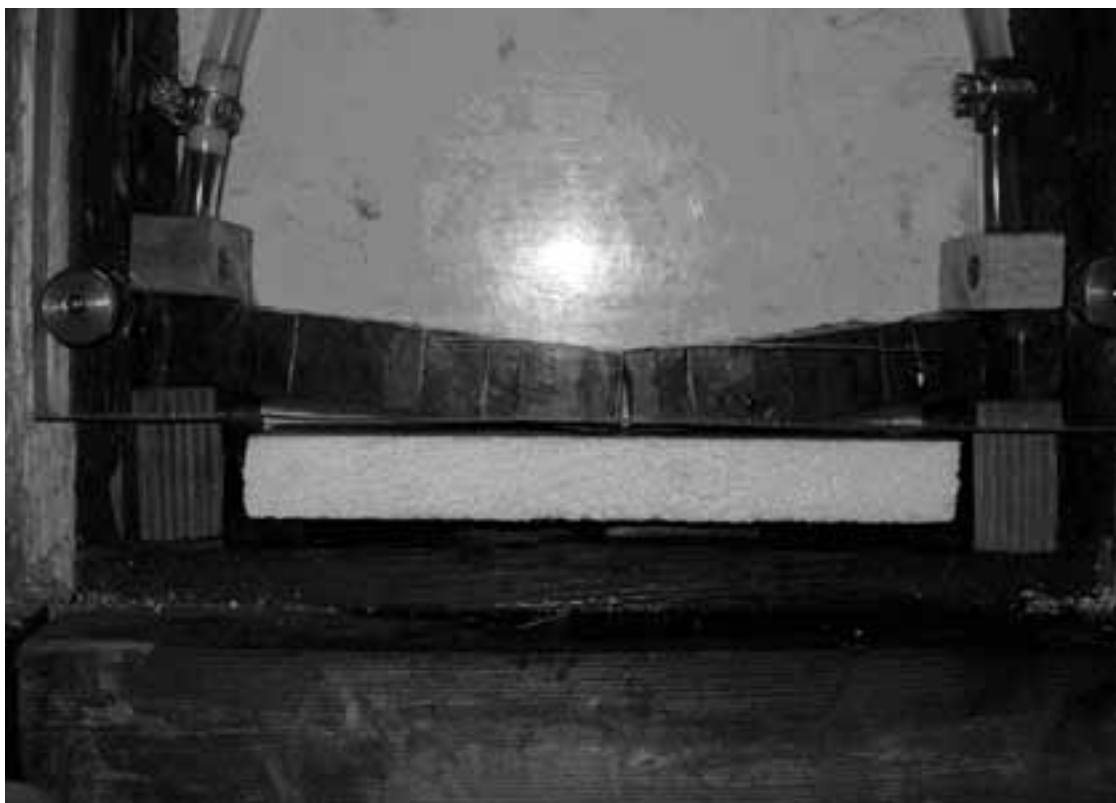


Рис. 4. Общий вид модели после потери устойчивости (размер блока $0,14 l/B$, 1 слой).

На основании полученных результатов исследований были построены графики зависимости размера породных блоков на величину их минимально-необходимого распора при толщине одного породного слоя $0,1 l/B$ (рис. 5). Анализ проводился для одного и двух слоев. Из приведенных графиков видно, что при увеличении размеров породных фрагментов, при прочих равных условиях, необходимая величина распора снижается. Таким образом, можно сделать заключение, что при больших линейных размерах блоков устойчивость создаваемой конструкции может быть обеспечена при небольшом распорном давлении. Так, при увеличении длины блоков в 3 раза (от $0,071$ до $0,21 l/B$), происходит снижение минимально необходимого давления в 1,5 раза.

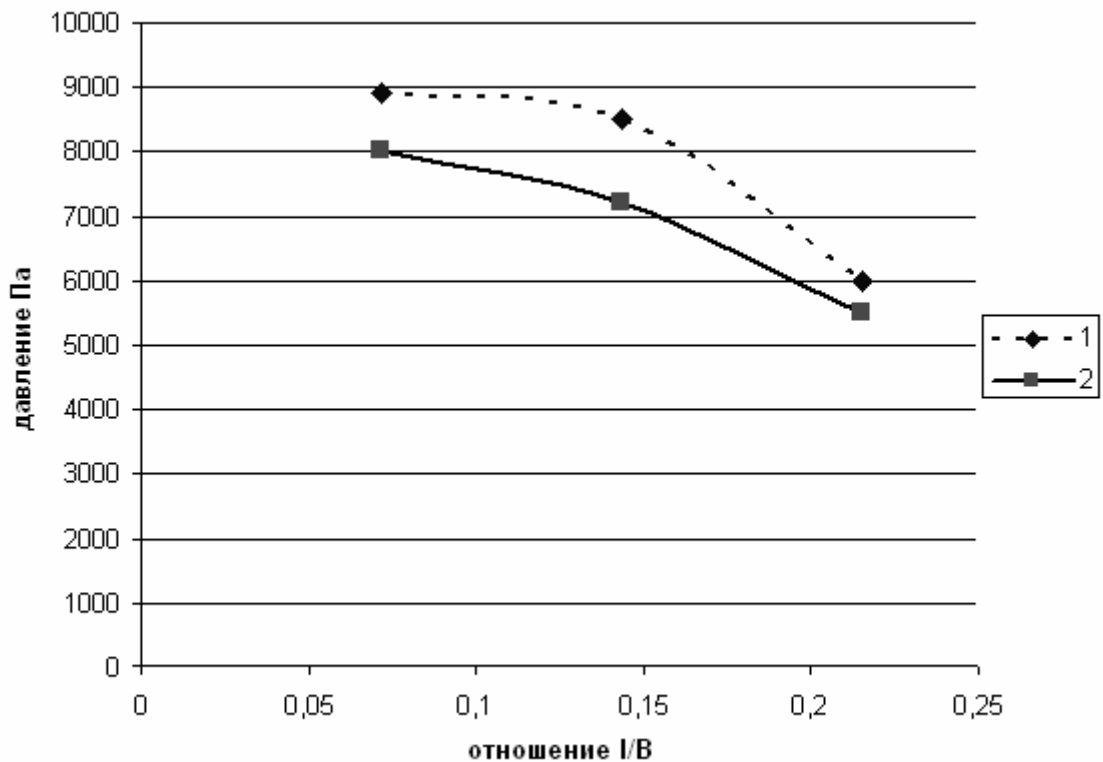


Рис. 5. Графики зависимости размера породных блоков на величину их минимально-необходимого распора.

Также были проведены эксперименты по определению влияния мощности (толщины) породного блока на устойчивость конструкции. После отработки моделей было замечено, что увеличение толщины слоя приводит к повышению устойчивости конструкции. Необходимое распорное давление в этом случае будет меньше, чем в случае с меньшей толщиной. Так снижение толщины породных блоков в 3 раза приводит к росту минимально необходимого давления в 1,6 раз.

На следующем этапе определялось влияние количества слоев структурно однородных элементов на необходимую величину отпора. Для этого было проведено моделирование по изложенной методике при количестве слоев 1, 2 и 3. Анализ результатов исследований позволил построить графики, приведенные на рис. 6.

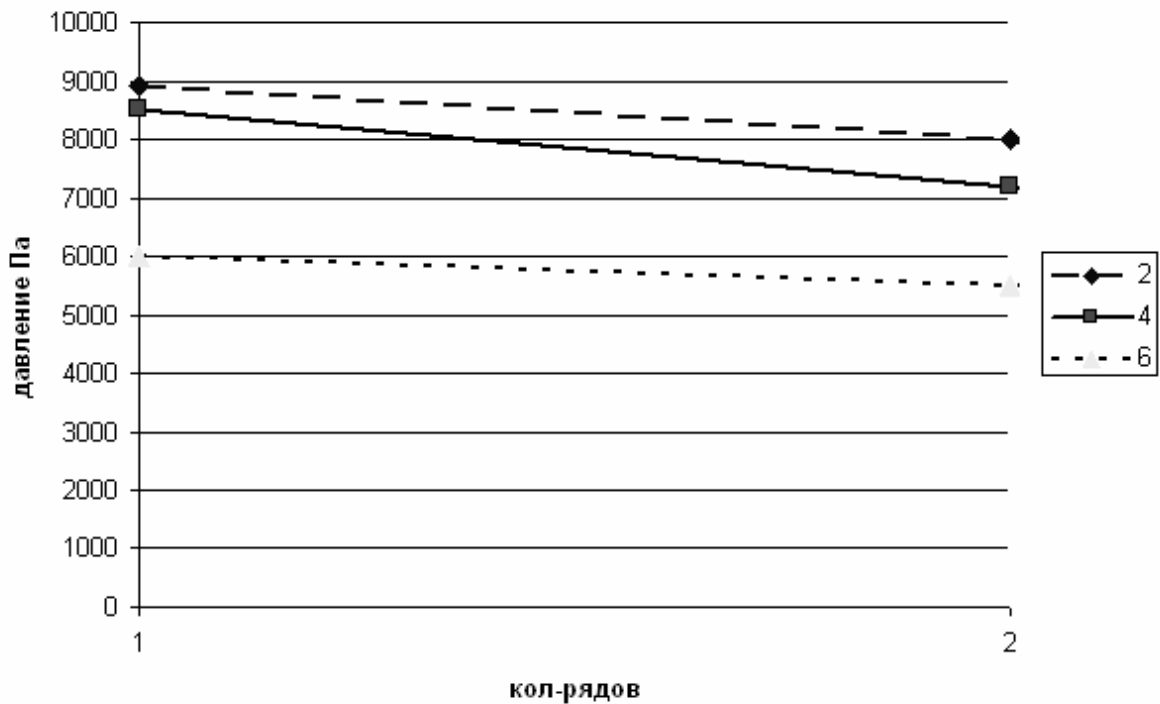


Рис. 6 Графики зависимости минимально необходимого давления распора от количества слоев структурно однородных элементов.

Из графиков следует, что увеличение количества слоев приводит к снижению необходимого давления. Так при увеличении рядов от 1 до 2 необходимое давление распора уменьшается в среднем на 13%. При этом указанная зависимость сохраняется при изменении длины блоков от 0,071 до 0,21l/B.

Объяснить полученный результат можно влиянием сил трения, возникающими между соседними слоями блоков. Эти силы противодействуют горизонтальным перемещениям нижнего слоя при изгибе. Следующим этапом было выяснение влияния величины распределенной пригрузки на необходимое давление распора. Для этого были проведены несколько опытов по вышеприведенной методике, при создании распределенной пригрузки по верхнему слою пород. Пригрузка создавалась при помощи жидкости помещенной в полиэтиленовую емкость. Общий вид моделей для описанного случая приведен на рисунках 7-8.



Рис. 7 Общий вид модели при трех слоях структурно однородных элементов до нагружения с пригрузкой.



Рис. 8 Общий вид модели при трех слоях структурно однородных элементов после нагружения с пригрузкой.

Анализ результатов исследований позволил получить серию графиков, представленных на рисунках 9-11.

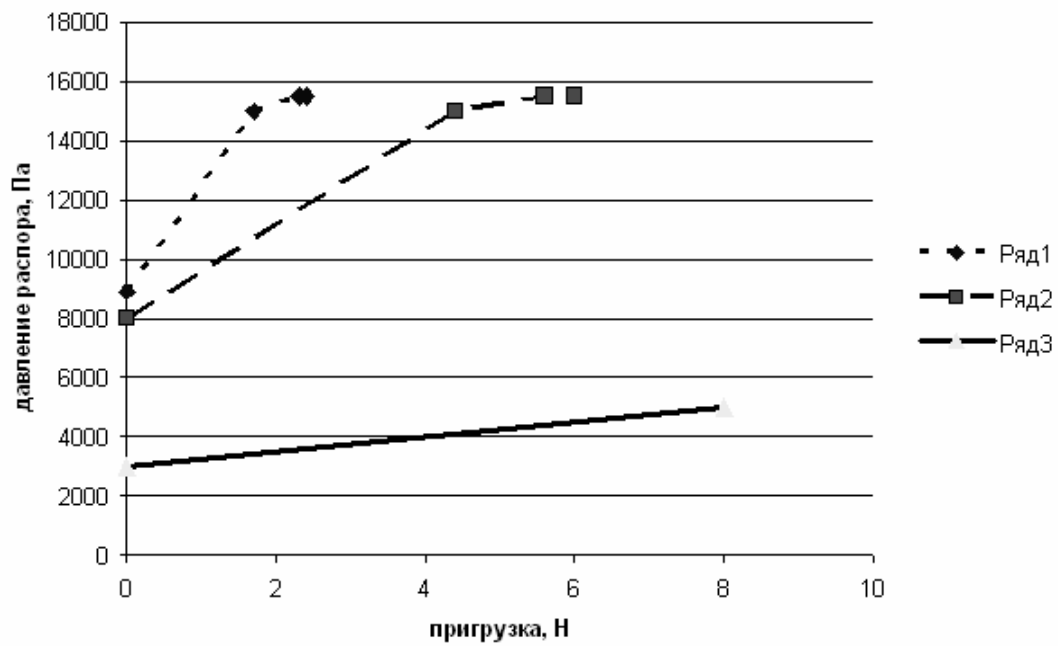


Рис. 9 Зависимость необходимого давления распора от распределенной пригрузки при длине породного фрагмента 0,071 l/V.

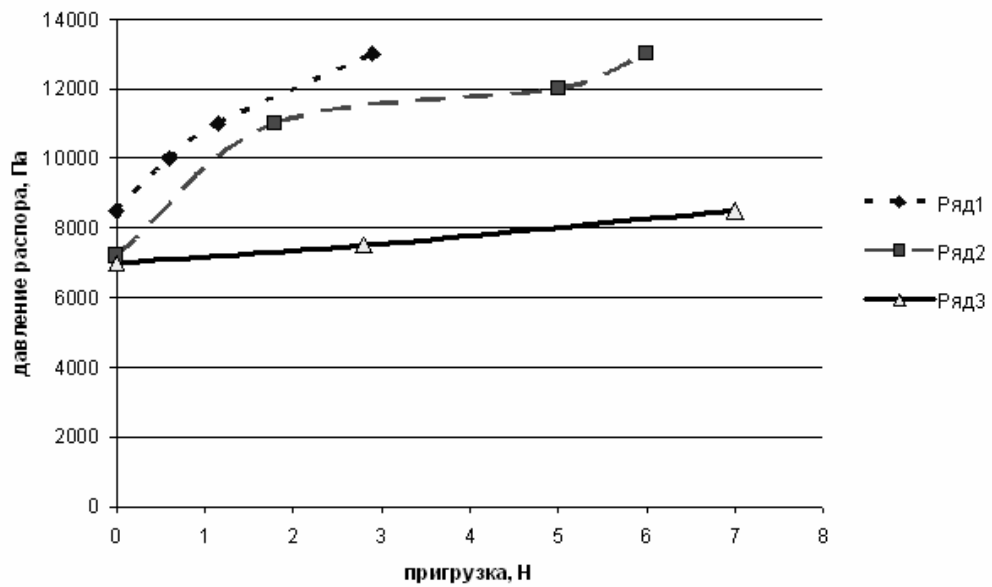


Рис. 10 Зависимость необходимого давления распора от распределенной пригрузки при длине породного фрагмента 0,14 l/V.

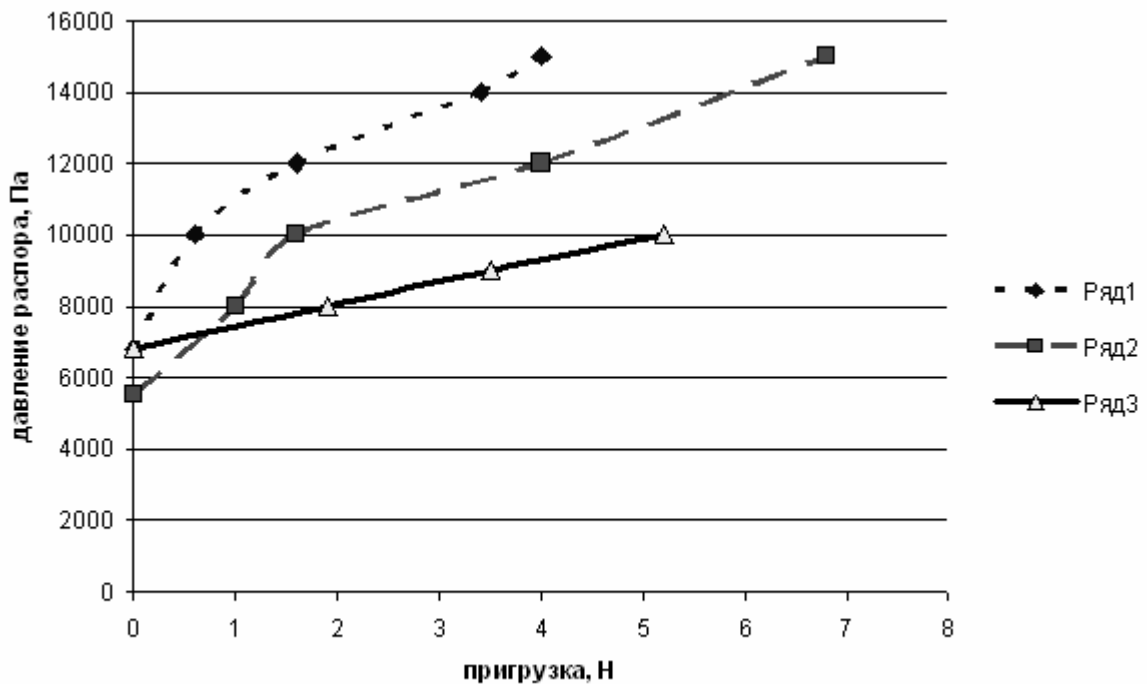


Рис. 11 Зависимость необходимого давления распора от распределенной пригрузки при длине породного фрагмента 0,21 l/B.

Из графиков видно, что сначала (до 2Н) происходит более интенсивный рост давлений, а дальнейшая пригрузка приводит к более плавному росту давлений.

ВЫВОДЫ

1. Предлагаемая технология может быть реализована при использовании в качестве средств распора НРВ.

2. При увеличении линейных размеров породных фрагментов, при прочих равных условиях, необходимая величина распора снижается. Так, при увеличении длины блоков в 3 раза (от 0,071 до 0,21 l/B), происходит снижение минимально необходимого давления в 1,5 раза. Снижение толщины породных блоков в 3 раза приводит к росту минимально необходимого давления в 1,6 раз.

3. При увеличении протяженности сжимаемого участка пород минимально необходимое давление уменьшается. Так с увеличением протяженности сжимаемого участка пород (y) с 0,6 до 3 м необходимая величина распора уменьшается с 0,27 до 0,05 МПа.

4. Увеличение количества слоев приводит к снижению необходимого давления при прочих равных условиях. Так при

увеличении слоев от 1 до 2 необходимое давление распора уменьшается в среднем на 13%. При этом указанная зависимость сохраняется при изменении длины блоков от 0,071 до 0,21/B.

5. При увеличении величины пригрузки в 5 раз необходим рост создаваемого распора в 1,3 - 2 раза, в зависимости от размеров структурных элементов и количества сжимаемых слоев.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

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.

2. Касьян Н.Н., Овчаренко Н.А., Сахно И.Г., Петренко Ю.А., Самусь О.Л. Лабораторные исследования работы невзрывчатых разрушающих веществ при упрочнении массивов разрушенных горных пород // Науковий вісник НГУ. 2008. - №8. - С. 50-52.

*Здано до редакції 15 жовтня 2008
Рекомендував до друку д.т.н. Касьян М.М.*