

**Міністерство освіти і науки України  
Державний вищий навчальний заклад  
«Донецький національний технічний  
університет»**

**ТЕХНОЛОГІЇ І ПРОЦЕСИ У ГІРНИЦТВІ ТА  
БУДІВНИЦТВІ**

**Збірник наукових праць**

**Покровськ - 2016**

УДК 622.83

С.Г. Негрей, А.В. Петренко

Донецкий национальный технический университет, г.Красноармейск (Украина)

## ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ДЕФОРМИРОВАНИЯ ОБОСОБЛЕННЫХ ПОРОДНЫХ ОПОР

*На основании результатов лабораторного и математического моделирования установлена эффективность применения обособленных армированных породных опор в качестве средств охраны выемочных выработок позади лавы.*

Одним из основных направлений экономического развития Украины является увеличение объема добычи угля. Но в данных условиях это возможно лишь при условии отработки угольных пластов на больших глубинах. Поэтому в настоящее время большое внимание уделяется технологиям, применение которых обеспечило бы безопасное и рентабельное извлечение полезного ископаемого. Сюда стоит отнести и широкое применение комбинированных систем разработки, предусматривающих прогрессивные схемы проветривания выемочных участков, анкерных систем, обеспечивающих высокие скорости и низкую стоимость проведения выработок, перспективных средств охраны подготовительных выработок позади лавы для обеспечения безремонтного их поддержания и т.д.

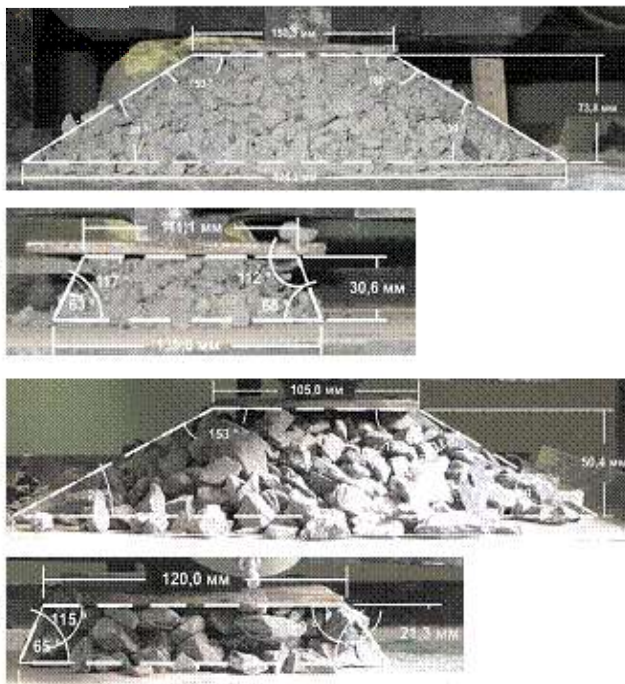
По нашему мнению, одним из перспективных является повышение жесткости породной опоры за счет применения гибких разделительных прокладок из металлической сетки, выкладываемых между породными слоями, которые армируют ее опору и позволяют ей сохранять устойчивую конструкцию.

Одним из предложений сотрудников кафедры РМПИ ДонНТУ является охрана выработок бутовыми полосами, послойно армированными металлическими сетками [1] или возведение породных стоек из мешков, наполненных рядовой породой [2].

Не исключается также возможность создания породных опор как сепарированных (отдельных) конструкций вдоль выработки для создания компенсационных полостей, выходов для рабочих, окон для проветривания очистных забоев, уменьшения габаритов охранных сооружений и т.д. Подтверждением этому являются результаты лабораторных исследований, посвященные определению оптимальных параметров породных опор, с точки зрения обеспечения устойчивых конструкций с ограниченными размерами и высокой несущей способностью (фракционный состав слагающих пород, количество армирующих металлических сеток) (рис. 1).

Испытывались породные опоры с размерами в переводе на натуру  $1 \times 1 \times 1 \text{ м}$  (т.е. объемом  $1 \text{ м}^3$ ) с послойной укладкой горизонтальных металлических сеток. После этого они пригружались силой и фиксировалась величина их податливости [3].

А)



Б)

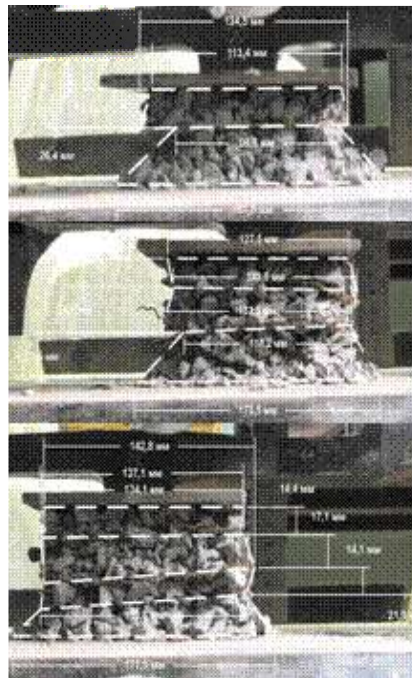


Рис. 1. Общий вид пригружаемых породных объемов без ограничивающих поверхностей (А) и с ними (Б)

По результатам моделирования было установлено, что с увеличением фракционный состава слагающих пород и количества сеток усадка породных опор составляет 19-30% (в 2,7-1,7 раза), причем наименьшая приходится на конструкцию с фракцией 0,05-0,1h (где h- высота опоры до пригрузки) и трех сетках, уложенных горизонтально между породными слоями.

Эффект от применения армирующих сеток достигается тем, что породный объем, относительно устойчивый к сжимающим напряжениям, практически неустойчив к растягивающим, что, в свою очередь, компенсируется сетками.

Механизм деформирования породно-армированных конструкций был изучен по результатам математического моделирования с использованием специализированной двухмерной компьютерной программы Plaxis, основанной на методе конечных элементов, и которая используется для расчетов деформации и устойчивости различных геотехнических объектов [4].

В программном комплексе Plaxis был произведен расчет нескольких плоских моделей, параметры которых соответствовали параметрам породных опор высотой и шириной 1×1м без сеток и с 1,2 и 3-мя сетками (рис. 2).

К моделям подавалась распределенная нагрузка, после чего определялись главные, горизонтальные и вертикальные напряжения; общие, горизонтальные и вертикальные смещения. В результате были получены картины их распределения в пределах опор с различным количеством армирующих элементов (рис. 3).

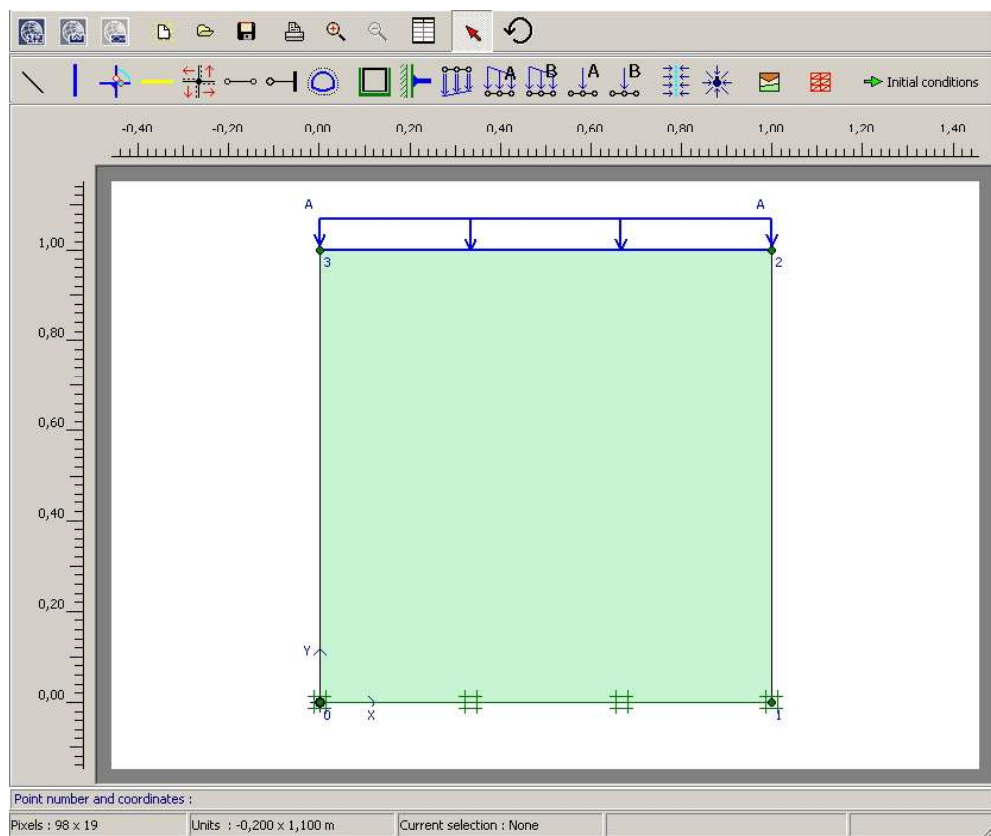


Рис. 2. Геометрическая модель породной опоры в окне ввода данных программного комплекса Plaxis

По результатам математического моделирования было установлено, что применение армирующих сеток существенно изменяет нагрузочно-деформационную характеристику охранного сооружения, причем в армированных опорах возникают в 1,1-1,5 раза большие напряжения по сравнению с конструкцией без них.

Наибольшие напряжения возникают в нижележащем слое и чем больше сеток, тем более устойчива и менее податлива опора. В конструкции без сеток большая доля приходится на горизонтальную составляющую действующих напряжений, причем с увеличением их количества она уменьшается. В тоже время обратная ситуация наблюдается с вертикальной составляющей.

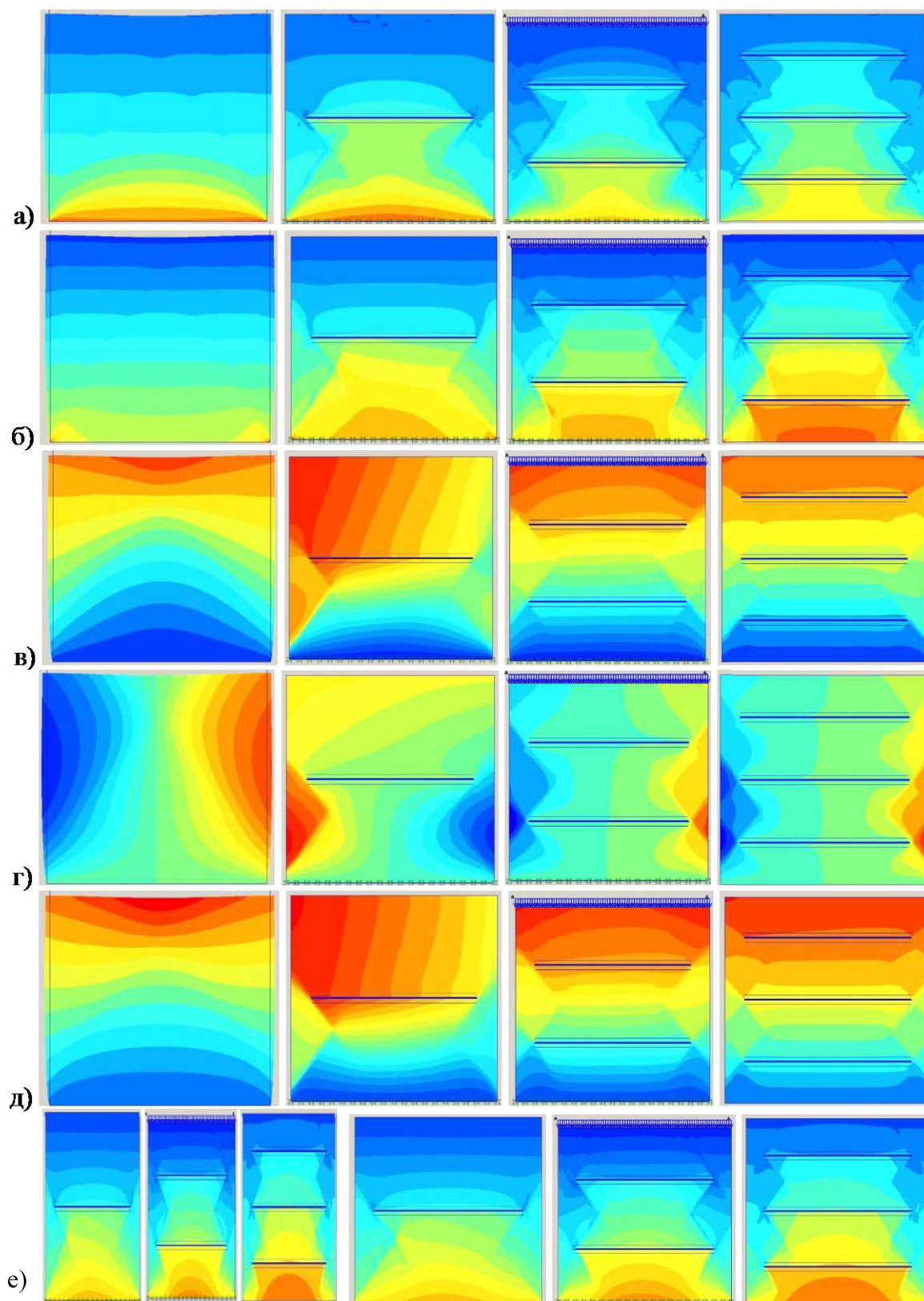


Рис. 3. Картина распределений горизонтальных (а) и вертикальных (б) напряжений, общих (в), горизонтальных (г) и вертикальных (д) смещений, распределения главных напряжений (е) в породных опорах с различным количеством армирующих элементов

Итогом перехода горизонтальной составляющей в вертикальную, является уменьшение общих смещений породных отдельностей в конструкции с прокладками в 1,73 раза, что, в свою очередь, согласуется с результатами лабораторных исследований.

Таким образом, в результате проведенного комплекса исследований было доказана возможность создания породных опор как ограниченно-податливых сепарированных конструкций вдоль выработки с целью обеспечения безопасных условий труда при отработке выемочных участков и безремонтного поддержания подготовительных выработок позади очистного забоя.

#### Перечень ссылок

1. Негрей, С.Г. О возможности увеличения несущей способности бутовых полос// Вісті Донецького гірничого інституту. Донецьк, 2011, №1, С. 179-184.

2. Спосіб охорони підготовчих виробок. Касьян М.М., Фельдман Е.П., Хазіпов І.В., Негрій С.Г., Мокрієнко В.М. (Україна) Пат. № 54012, МПК(2011.01) E21D 15/00, опубл. 25.10.2010; 25.10.2010, бюл. №, – 4с.: іл.

3. Негрей, С.Г., Курдюмов, Д.Н. Результаты лабораторных исследований по определению параметров способа охраны выработок с использованием рядовой породы и ограничивающих поверхностей // Матеріали V Міжнародної наукової конференції студентів гірничого факультету «Роль молоді щодо розвитку геотехнологій та управління виробництвом», 15.04.10 р., м. Донецьк., С. 7-14.

4. Негрей, С.Г., Курдюмов, Д.Н., Мокриенко, В.Н. Использование визуализации траекторий смещений при изучении деформаций горных пород с применением методики PLAXIS // MATERIALI VI KRAKOWSKIEJ KONFERENCJI MLODYCH UCHONYCH, Krakow, 2011.– С. 353-357.

Надійшла до редакції 15.04.2016