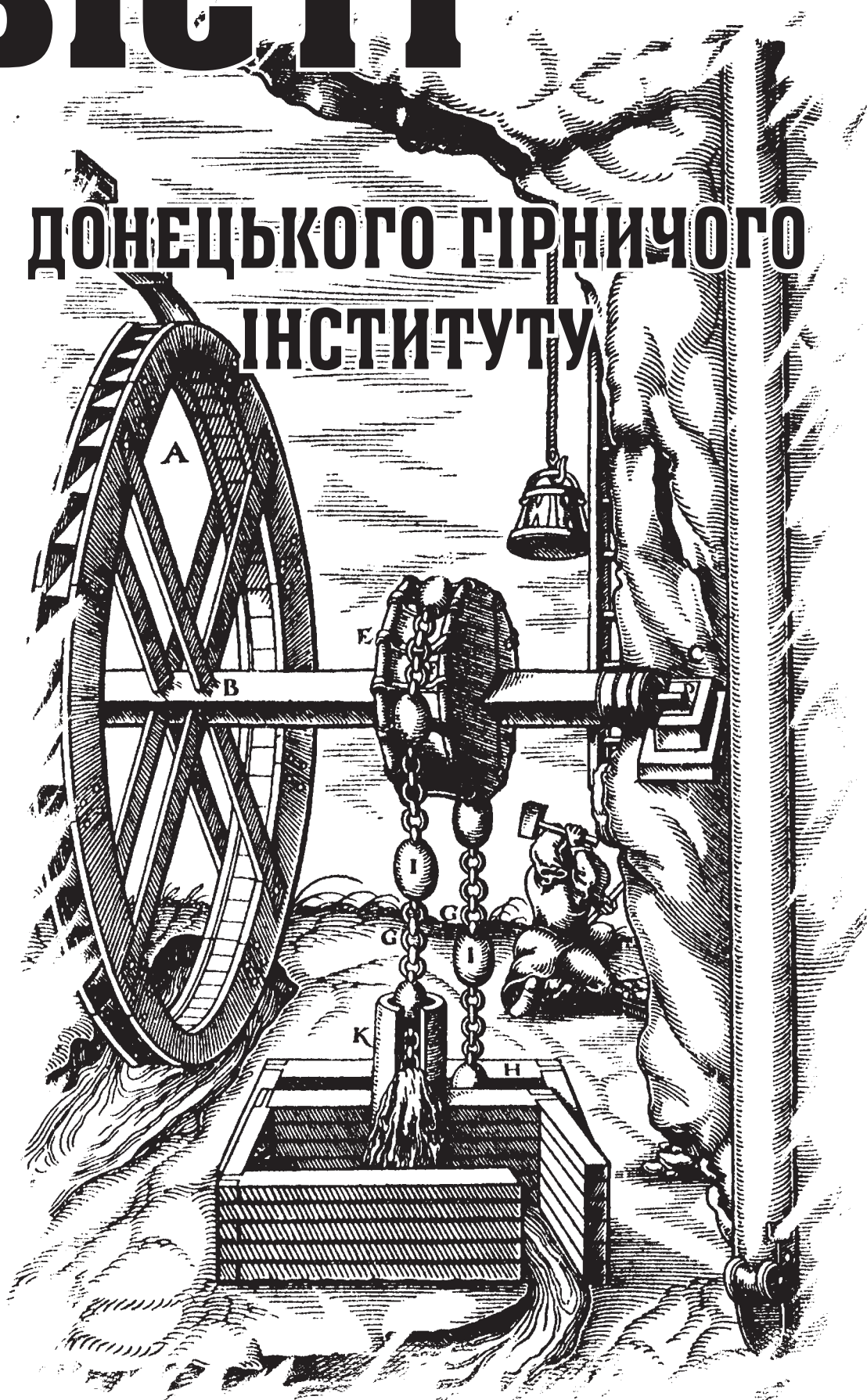


# ВІСТІ

## ДОНЕЦЬКОГО ГІРНИЧОГО ІНСТИТУТУ



1(38)'2016

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД**  
**«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

---

# **ВІСТІ**

## **ДОНЕЦЬКОГО ГІРНИЧОГО ІНСТИТУТУ**

**Всеукраїнський науково-технічний журнал гірничого профілю**

**Виходить 2 рази на рік**

**Заснований у липні 1995 року**

# **1 (38) 2016**

**Красноармійськ – 2016**

Друкується за рішенням Вченої ради державного вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет» (протокол № 8 від 18.05.2016р. ).

В журналі публікуються наукові статті з питань підземної розробки: геомеханіки, гірського тиску, стійкості виробок, технології проведення підготовчих виробок, проходки вертикальних стволів, буріння гірських порід; проектування гірничого обладнання; комплексу робіт при ліквідації шахт; обґрунтування та рішення техніко-економічних проблем.

Журнал розрахований на наукових співробітників, інженерно-технічних робітників шахт, проектних організацій, навчальних та науково-дослідних інститутів гірничого напрямку.

**Засновник та видавець** – Донецький національний технічний університет

**Редакційна колегія:** Є.О. Башков, д-р техн. наук, проф. (головний редактор); С.В. Подкопаєв д-р техн. наук, проф (заст. головного редактора); В.І. Альохін д-р геолог. наук, проф (заст. головного редактора); С.Г. Негрій канд. техн. наук, доц. (відповідальний секретар); Я.О. Ляшок, д-р економ. наук, доц.; С.М.Александров, д-р техн. наук, проф.; А.П. Долженков, д-р техн. наук, проф.; І.О.Єфремов, д-р техн. наук, проф.; О.М. Шашенко, д-р техн. наук, проф.; В.Б. Гого, д-р техн. наук, проф.; Т.П.Волкова, д-р геолог. наук, проф.; І.О. Садовенко, д-р техн. наук, проф.; О.В. Агафонов, д-р техн. наук.; В.В. Левіт, д-р техн. наук, проф.; О.В.Фролов, канд. техн. наук, доц.; Н.Ощипко, д-р техн. наук, проф.; А. Солецькі, д-р техн. наук, проф.; В.Д. Воробійов, д-р техн. наук, проф.; Н.С. Ремез, д-р техн. наук, проф.; Н.В. Румянцев, д-р економ. наук, проф.; В.Г. Синков, д-р техн. наук, проф.; І.Г Сахно, д-р техн. наук, доц.; О.Е. Кіпко, д-р техн. наук, доц.; С.П. Мінеєв, д-р техн. наук, проф.; С.М. Гапєєв, д-р техн. наук., доц.; А.К. Семенченко д-р техн. наук, проф.; В.К. Костенко д-р техн. наук, проф.

Журнал зареєстрований в Державному комітеті інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України. Свідоцтво: серія КВ, №7378 від 03.06.2003.

Журнал включено до переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (додаток до постанови президії ВАК України №1-05/1 від 10. 02. 2010, надруковано в бюлетені ВАК №3, 2010).

УДК 622.83:622.272.3:622.268.6

**С.Г. НЕГРЕЙ** (канд. техн. наук., доц.)

Донецкий национальный технический университет, г. Красноармейск, Украина

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ БУТОВЫХ ОПОР

Предложен эффективный ресурсосберегающий способ охраны подготовительных выработок обособленными бутовыми опорами. Проведены исследования напряженно-деформированного состояния разрушенных пород внутри этих опор. Определены параметры формирования грузонесущих конструкций внутри них. На основании результатов лабораторного и численного моделирования установлена эффективность применения обособленных армированных породных опор в качестве средств охраны.

**Ключевые слова:** поддержание горных выработок, способ охраны, рядовая порода, породная опора, армирование, структурное моделирование.

**Постановка проблемы.** Стабильная работа угледобывающих предприятий, осуществляющих добычу полезного ископаемого подземным способом, во многом зависит от состояния горных выработок. Наиболее сложной является проблема поддержания подготовительных выработок, эксплуатационное и безопасное состояние которых зависит от большого количества горно-геологических и горнотехнических факторов, к которым, в первую очередь, необходимо отнести: напряженное состояние вмещающего массива горных пород, его прочностные и деформационные характеристики, а также влияние очистных работ. Поэтому, в последнее время, все больше внимания уделяется технологиям поддержания подготовительных выработок.

Что касается перспективных средств охраны выемочных выработок позади очистных забоев, то к ним, по нашему мнению, стоит отнести охранные сооружения на основе использования рядовой породы и ограничивающих поверхностей. Это объясняется тем, что данные охранные конструкции ввиду своей малозатратности в реализации и достаточно высокой устойчивости могут применяться практически в любых условиях, учитывая многие актуальные в настоящее время аспекты в отношении безопасности ведения горных работ, охраны окружающей среды и ресурсосбережения.

Основой данных конструкций является рядовая порода от проведения выработки или ремонтных работ, отходы металлургического производства, зола из котельных, работающих на твердом топливе и др. В качестве ограничивающих элементов могут быть как мешки, так и автомобильные шины, возможно комбинированное применение с различными стойками, элементами крепи, армирование породных объемов деревянными, металлическими стержнями, листовым металлом или сеткой и т.д.

Совместно с ограничивающими поверхностями данный зернистый объем работает как единая, достаточно устойчивая конструкция, которая способна противостоять интенсивному расслоению пород кровли и, тем самым, обеспечивать устойчивость охраняемой выработки.

Одним из предложений сотрудников кафедры РМПИ ДонНТУ является охрана выработок бутовыми полосами, послойно армированными металлическими сетками [1, 2] и возведение породных стенок из мешков, наполненных рядовой породой [3].

Не исключается возможность возведения обособленных породных опор с оставлением между ними компенсационных полостей, выходов для рабочих, окон для проветривания очистных забоев, уменьшения габаритов охранных сооружений. Предложено возведение таких опор из мешков, наполненных рядовой породой [4].

Также можно предложить выкладку обособленных породных конструкций, армированных сеткой [5] (бутовых опор), применение которых позволило бы отказаться от дорогостоящих технологий охраны, существенно уменьшить объем используемой породы, применить охрannое сооружение с ограниченной податливостью и обеспечить эксплуатационное состояние выработок. Установление параметров данной технологии и эффективности ее применения не могут быть возможными без изучения динамики деформационных процессов внутри бутовой опоры.

**Целью статьи** является проведение исследований напряженно-деформированного состояния бутовых опор и изучение динамики деформационных процессов, происходящих внутри них.

**Основная часть.** Эффективности применения охранных конструкций, устанавливаемых обособленно вдоль подготовительной выработки, посвящено большое количество исследований [6-11]. Они, в той или иной степени, показали свою перспективность с точки зрения сохранения устойчивости охраняемых выработок, обеспечения безопасных условий труда на концевых участках лав и прилегающих сопряжениях, уменьшение затрат на поддержание выработок позади лавы. С той же целью нами была предложена технология охраны подготовительных выработок бутовыми опорами.

Сущность способа охраны бутовыми опорами заключается в том, что вдоль выработки, на границе с выработанным пространством позади очистного забоя сооружаются обособленные породные опоры, между которыми оставляются компенсационные полости. Бутовая опора сама по себе представляет ограниченный породный объем размерами в плане до 2,0 м, но, если рассматривать несущую способность традиционных бутовых полос, то при ее ширине 2,0 м, невозможно будет сохранить примыкающую выработку. Достичь ограниченной податливости бутовой опоры и обеспечить достаточную несущую способность можно ее армированием с помощью гибких разделительных прокладок (к примеру, металлических сеток), укладываемых между породными слоями параллельно плоскости напластования вмещающих пород.

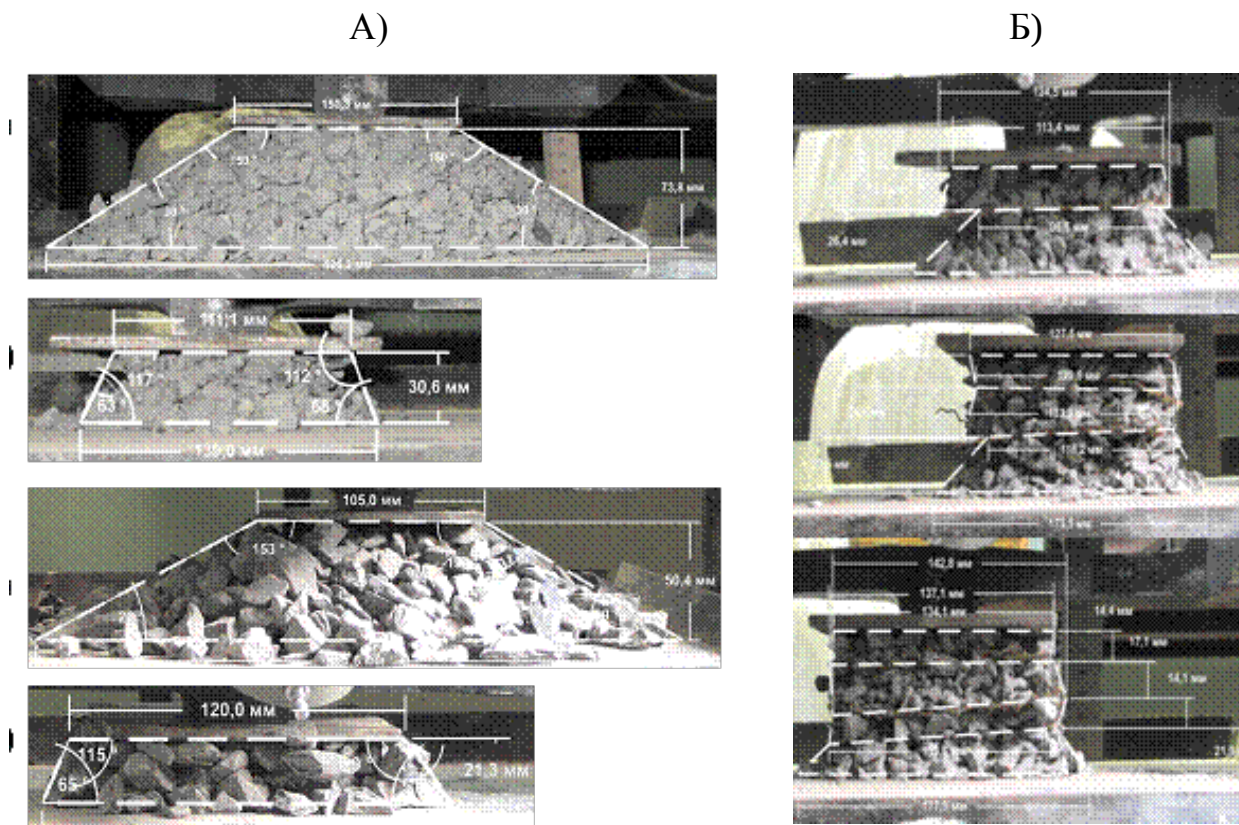
В данном охранном сооружении ключевым элементом являются гибкие разделительные прокладки (рис. 1), которые армируют породную опору и позволяют ей сохранять устойчивую конструкцию. От параметров этих прокладок и их количества, в большей мере, зависит несущая способность всей бутовой опоры. Подтверждением этому являются результаты лабораторных исследований [5], посвященные определению оптимальных параметров бутовых опор, с точки зрения обеспечения устойчивых конструкций ограниченных размеров и высокой несущей способностью (фракционный состав слагающих пород, количество армирующих металлических сеток) (рис. 2).



**Рис. 1.** Общий вид армированной бутовой опоры в структурной модели

Испытывались породные опоры с размерами в переводе на натуру  $1 \times 1 \times 1$  м (т.е. объемом  $1 \text{ м}^3$ ) с послойной укладкой горизонтальных металлических сеток. После этого они пригружались внешним давлением и фиксировалась величина их податливости [5].

По результатам моделирования было установлено, что с увеличением фракционного состава слагающих пород и количества сеток усадка породных опор составляет от 19 до 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 3-х сетках, уложенных горизонтально между породными слоями.



**Рис. 2.** Общий вид пригружаемых породных объемов без ограничивающих поверхностей (А) и с ними (Б)

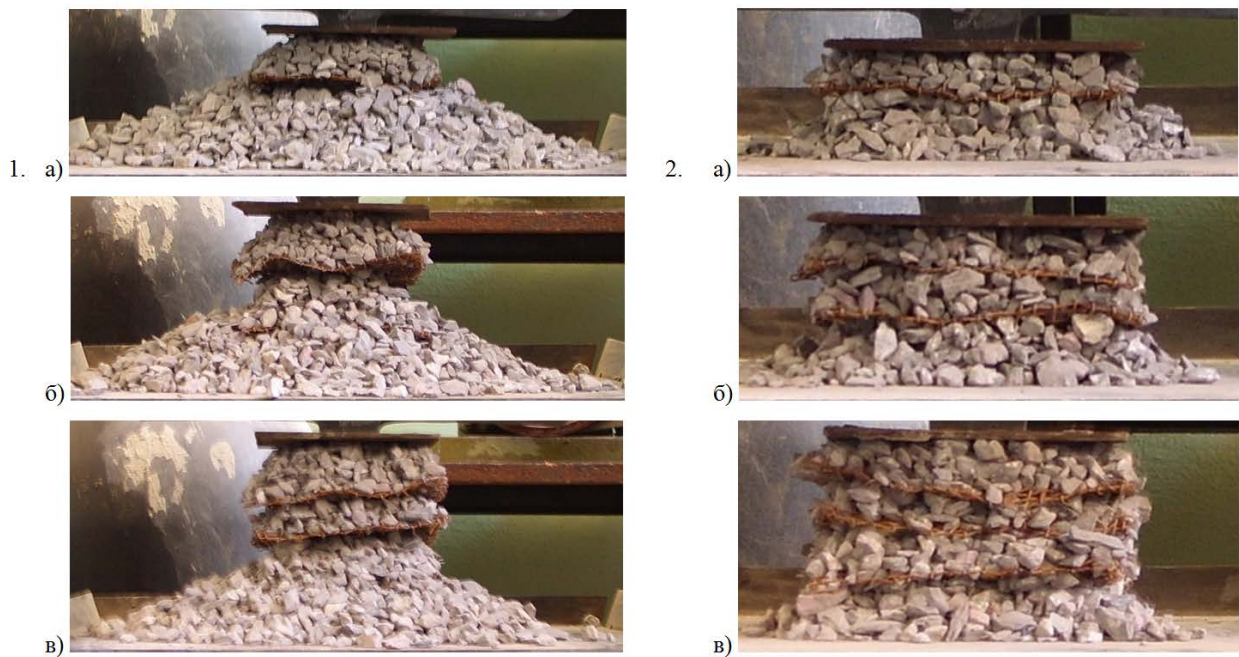
Подвижность частиц внутри породного объема объясняется тем, что каждая частица ведет себя как клин и под воздействием внешней вертикальной нагрузки возникают горизонтальные составляющие усилия [12]. Породный объем относительно устойчивый к сжимающим напряжениям, но практически неустойчивый к растягивающим, поэтому под действием вертикальных сил наблюдается его «расползание», что особенно примечательно в моделях без ограничивающих поверхностей (рис. 2). Эффект от применения армирующих сеток достигается тем, что горизонтальным составляющим усилиям противостоят силы трения между отдельностями внутри слоя и силы, характеризующие зацепление между подвижными и неподвижными (находящиеся в ячейках сетки) породными фрагментами [13].

Было установлено, что размеры несущего ядра опор существенно меньше размеров самого объема и их ширина составляет 54-69% от ширины основания насыпки (рис. 3), причем минимальная величина приходится для опоры без прокладок, а максимальная – с тремя прокладками.

Породные объемы, которые испытывались в моделях, в момент формирования опоры были заключены в специальную опалубку (рис. 4), которая перед приложением вертикальной пригрузки извлекалась. Происходила естественная усадка объемов. В моделях без прокладок объем приобретал форму кругового конуса, а с прокладками – каждый по отдельности породный слой принял форму усеченного конуса. Углы между образующими и основаниями конусов были равны углу естественного откоса испытываемой породы.

Величина естественной усадки бутовых опор при разном количестве прокладок была также различна (рис. 5). В свободной насыпке усадки объема с 3-мя прокладками практически не было, а при объеме без ограничивающих поверхностей – усадка составила около 50%. Последующая пригрузка объемов повлекла за собой приrost усадки, который составил в среднем 22%, независимо от наличия ограничивающих поверхностей. Тождественность усадки объемов указывает на то, что формирование породной грузонесущей конструкции осуществля-

ется на начальном этапе ее деформирования и функция ограничивающих прокладок заключается в том, чтобы содействовать этому и не допустить расширения породного объема еще до того момента, как произойдет самозаклинивание породных отделностей в ядре.



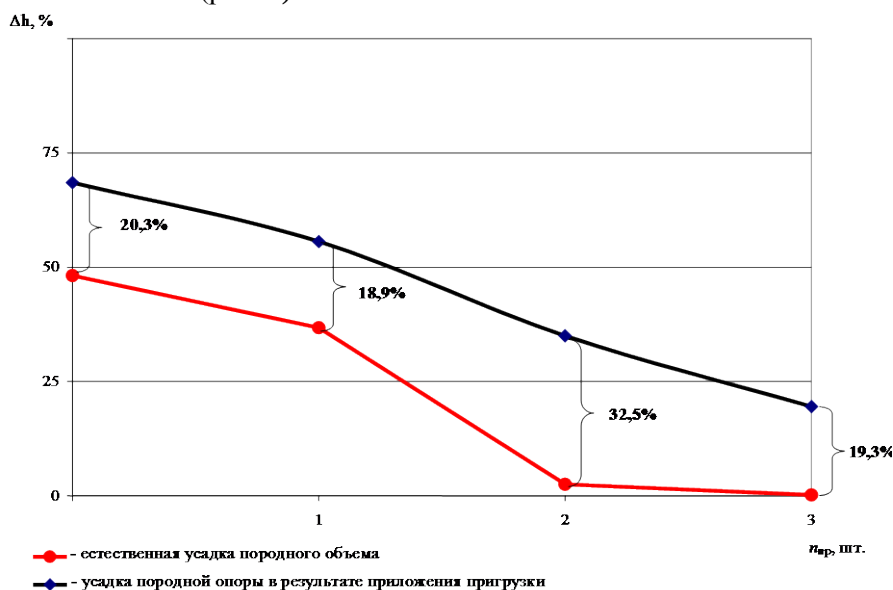
**Рис. 3.** Структурная модель с разделительными прокладками размерами 110×110 мм:  
1 – общий вид пригружаемого объема без ограничивающих поверхностей;  
2 – общий вид несущего ядра после приложения нагрузки;  
а, б, в – соответственно 1, 2 и 3 разделительные прокладки



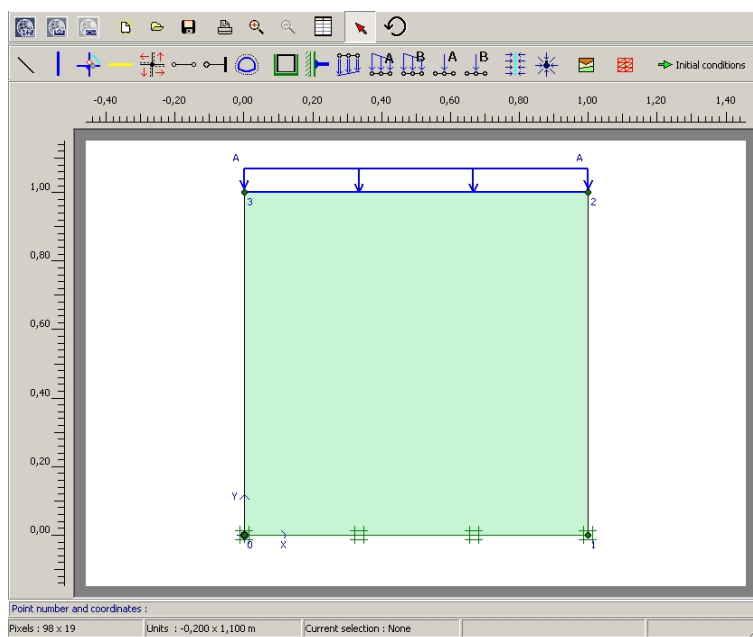
**Рис. 4.** Общий вид моделируемого объема в опалубке перед началом отработки

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

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. 6).



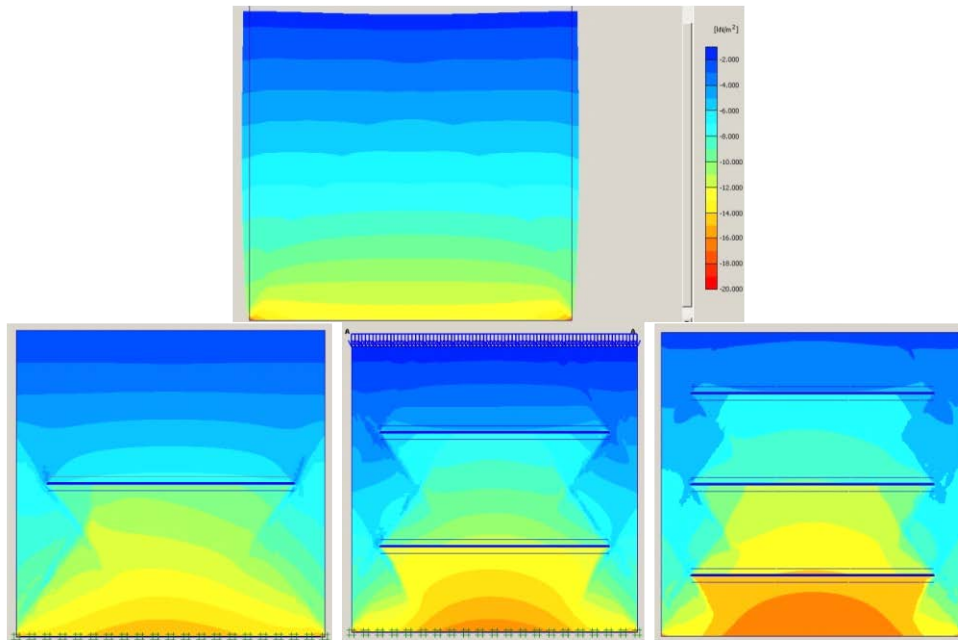
**Рис. 5.** Графики зависимости величины усадки породного объема от количества ограничивающих поверхностей в нем



**Рис. 6.** Геометрическая модель породной опоры в окне ввода данных программного комплекса Plaxis

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. 7, 8).

По результатам численного 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.



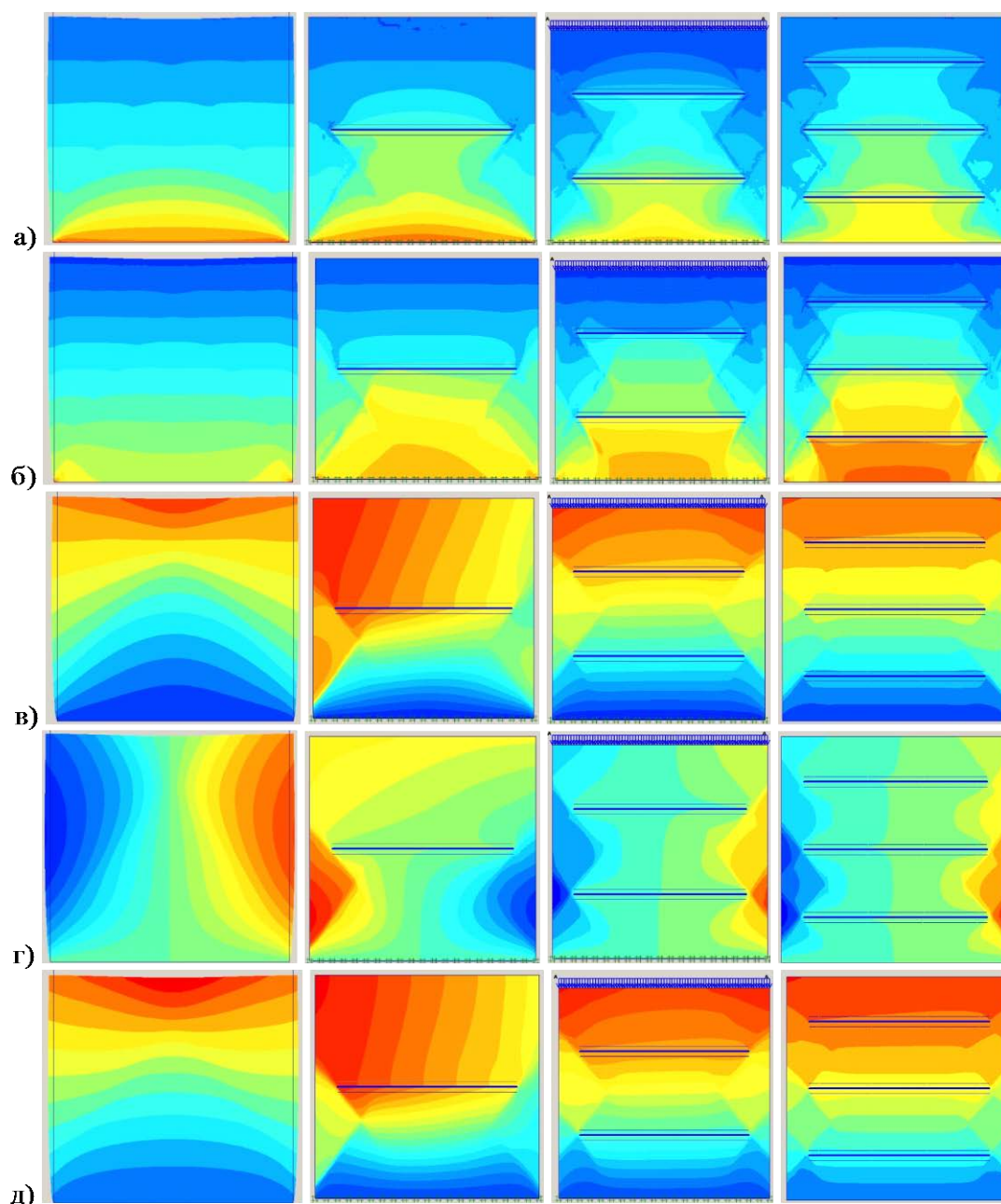
**Рис. 7.** Картина распределения главных напряжений в породных опорах с различным количеством армирующих элементов

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. Итогом перехода горизонтальной составляющей в вертикальную, является уменьшение общих смещений породных отдельностей в конструкции с прокладками в 1,73 раза.

Результаты численного моделирования согласуются с результатами лабораторных исследований на структурных моделях и могут быть использованы для дальнейших исследований.

**Выводы.** В результате проведенного комплекса исследований было доказана возможность создания бутовых опор как ограниченно-податливых обособленных конструкций вдоль выработки с целью обеспечения безопасных условий труда при отработке выемочных участков и безремонтного поддержания подготовительных выработок позади очистного забоя. Было установлено, что:

- с увеличением фракционного состава слагающих опору пород и количества сеток податливость бутовой опоры уменьшается;
- чем больше армирующих прокладок в опоре, тем большее несущее ядро формируется в ней и тем больше ее несущая способность;
- величина естественной усадки бутовых опор при разном количестве прокладок различна. В опоре с 3-мя прокладками ее практически не было, а при объеме без ограничивающих поверхностей усадка составила около 50%;
- вертикальная пригрузка бутовых опор при различном количестве армирующих прокладок влечет за собой усадку конструкции в среднем на 22%, независимо от наличия ограничивающих поверхностей, что указывает на то, что формирование породной грузонесущей конструкции осуществляется на начальном этапе ее деформирования и функция ограничивающих прокладок заключается в том, чтобы содействовать этому и не допустить расширения породного объема еще до того момента, как произойдет самозаклинивание породных отдельностей в ядре;
- 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;



**Рис. 8.** Картина распределений горизонтальных (а) и вертикальных (б) напряжений, общих (в), горизонтальных (г) и вертикальных (д) смещений в породных опорах с различным количеством армирующих элементов

– 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, а с увеличением их количества она уменьшается. В тоже время обратная ситуация наблюдается с вертикальной составляющей. Итогом перехода горизонтальной составляющей в вертикальную, является уменьшение общих смещений породных отдельностей в конструкции с прокладками в 1,73 раза.

Таким образом, проведены исследования напряженно-деформированного состояния обособленных бутовых опор, результаты которых могут быть использованы для обоснования параметров предлагаемой технологии.

**Библиографический список**

1. Негрей, С.Г. О возможности увеличения несущей способности бутовых полос // Вісті Донецького гірничого інституту / Донецьк, 2011, №1, С. 179-184.
2. Касьян, Н.Н. Лабораторные испытания опорных породных конструкций, сооружаемых с использованием гибких разделительных прокладок / Касьян, Н.Н., Хазипов И.В., Негрей С.Г. // Физико-технические проблемы горного производства / Донецк: «Цифрова типографія». – вып. 10. – 2007. – С. 106-111.
3. 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.
4. Негрей, С.Г. Усовершенствование технологии охраны подготовительных выработок породными стойками // Вісті Донецького гірничого інституту / Красноармійськ, 2014, №1(34)-2(35), С. 181-187.
5. Негрей, С.Г. Результаты лабораторных исследований по определению параметров способа охраны выработок с использованием рядовой породы и ограничивающих поверхностей / Негрей, С.Г., Курдюмов, Д.Н. // 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.
6. Спосіб охорони гірничих виробок. Касьян М.М., Негрій С.Г., Мокрієнко В.М., Хазіпов І.В. Пат. № 94327, МПК(2011.01) E21D 11/00 (2006.01), E21C 41/18 (2006.01), опубл. 26.04.2011; 26.04.2010, бюл. № 8– 6с.
7. Касьян, Н.Н. Опытнo-промышленная проверка способа охраны выработки жесткими сооружениями с компенсационными полостями в условиях шахты «Щегловская-Глубокая» / Н.Н.Касьян, В.Н. Мокриенко, И.Г. Сахно // Науковий вісник НГУ / Днепропетровськ – 2012, №6 - С.30-36.
8. Сагинов, А.С. Поддержание выемочных выработок за очистными забоями / Сагинов А.С., Векслер Ю.А., Эслингер Я.И. // Сб. науч. трудов «Крепление, поддержание и охрана горных выработок» / Новосибирск.– 1983.– С. 89-91.
9. Борзых, А.Ф. Формирование технологических целиков для охраны прилегающих к лаве выработок / Борзых А.Ф., Офицеров С.П. // Уголь Украины, №2, 2005.– С. 12-14.
10. Курченко, И.П. Надежность работы комплексно-механизированного забоя в сложных горно-геологических условиях / И.П. Курченко // Уголь Украины, №4, 1980.– С.18-19.
11. Ильин, А.И. Шахтные специальные крепи из породных стоек / Ильин А.И., Теросипов В.М., Баранов С.А. // Уголь Украины. – 2003. – №3. – с. 14-15.
12. Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. – Л.: Недра, 1989. – 488с.
13. Хазипов, И.В. Разработка способов создания искусственных породных сооружений для охраны повторно используемых выемочных выработок: Дисс...канд. техн. наук: 05.15.02. – Донецк, 2009. - 157 с.

Надійшла до редакції 10.05.2016

**С.Г.Негрій**

Донецький національний технічний університет, Красноармійськ, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ БУТОВИХ ОПОР**

Запропоновано ефективний ресурсозберігаючий спосіб охорони підготовчих виробок відокремленими бутовими опорами. Проведено дослідження напружено-деформованого стану зруйнованих порід всередині цих опор. Визначено параметри формування вантажонесучих конструкцій всередині них. На підставі результатів лабораторного та чисельного моделювань встановлена ефективність застосування відокремлених армованих породних опор в якості засобів охорони.

**Ключові слова:** підтримання гірничих виробок, спосіб охорони, рядова порода, породна опора, армування, структурне моделювання.

**S. Nehrii**

Donetsk National Technical University, Krasnoarmiisk, Ukraine

**STUDY OF STRESS-STRAIN STATE OF ROCK SUPPORTS**

Effective resource-saving the method of protection of development workings separate rock supports was offered. Studies of the stress-strain state of the rocks in the supports were implemented. Parameters of load-carrying structures in supports defined. Based on the results of laboratory and numerical simulations of the efficiency of the separate rock supports reinforced proved.

**Keywords:** maintenance of mine workings, way to protect, ordinary rock, rock supports, reinforcement, structural modeling.

| ЗМІСТ                                                                                                                                                                              | стр. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Л.М. Вахітова, Н.А. Таран, В.Л. Дріжд, С.П. Придятько, А.Ф. Попов</b><br>Визначення довговічності та атмосферостійкості інтумесцентного покриття з нанодисперсними речовинами   | 3    |
| <b>С.Г. Негрей</b><br>Исследование напряженно-деформированного состояния бутовых опор                                                                                              | 9    |
| <b>А.А. Исаенков</b><br>Исследование влияния размера зоны разрушенных пород на передачу давления от фронта разрушения на контур почвы выработки                                    | 17   |
| <b>А.В. Солодянкин, К.В. Кравченко, А.З. Прокудин, А.М. Выгодин</b><br>Обоснование рациональных параметров технологии тампонажа закрепного пространства                            | 22   |
| <b>Е.И. Конопелько, И.И.Бойко</b><br>Программа мероприятий по нормализации тепловых параметров воздуха на глубоких горизонтах шахты им. М.И. Калинина                              | 30   |
| <b>С.В. Подкопаев, С.В. Сахно</b><br>Исследования причин обрушений пород в выработках, закрепленных анкерной крепью                                                                | 34   |
| <b>А.В. Солодянкин, И.В. Дудка</b><br>Исследование деформационных процессов в выемочных выработках ОП «Шахта «Партизанская» ГП «Антрацит»                                          | 41   |
| <b>О.О. Вовк, С.В. Зайченко, В.В. Вапнічна</b><br>Механізм виникнення небезпечних сейсмічних проявів та ефективні протисейсмічні заходи                                            | 48   |
| <b>А.В. Солодянкин, С.В. Машурка</b><br>количественная оценка устойчивости протяженных выработок с учетом выполнения ремонтных работ                                               | 54   |
| <b>Н.А. Таран, Л.М. Вахітова, С.П. Придятько, А.Я. Махно</b><br>Дослідження фізико-хімічних властивостей монтморилоніту дашуківського родовища                                     | 61   |
| <b>Ю.М. Халимендик, А.С. Барышников</b><br>Закономерности деформирования подготовительной выработки при различной скорости подвигания лавы в условиях слабометаморфизованных пород | 67   |
| <b>С.В. Подкопаев, Д.А. Чепига, С.В. Волков</b><br>Об исследованиях устойчивости подготовительных выработок                                                                        | 73   |

глубоких шахт

**А.А. Хорольский, В.Г. Гринев, В.Г. Сынков**

Исследование области рациональной эксплуатации очистного оборудования на шахтах Донбасса 77

**Т.А. Негрей**

О безопасности труда горнорабочих при выполнении основных производственных операций 84

**А.Н. Шашенко, А.И. Дубовик**

Обоснование критерия целесообразности повторного использования подготовительных выработок угольных шахт 95

**В.А. Легенченко**

Предельно допустимые осадки большеразмерных фундаментов 100

**С.Н. Стовпник, А.С. Осипов**

Оптимизация комбинированной конструкции временной крепи тоннелей для сложных инженерно-геологических условий флишевого сложения массива пород 105

**Д.О. Довгаль**

Структурна систематизація бурових виконавчих органів тунелепрохідницьких машин суцільного руйнування 115

**М.П. Костюченко**

Інформаційні аспекти наукового дослідження 127

**В.К. Костенко**

Якісна оцінка впливу видобутку енергоносіїв на довкілля 139

**В.В. Шамаев, Е.В. Тахтаров**

Микропроцессорная система управления вентиляцией подготовительной горной выработки. 150

*Наукове видання*

## **Вісті Донецького гірничого інституту**

**Всеукраїнський науково-технічний журнал гірничого профілю**  
*(українською, російською мовами)*

**№ 1(38)' 2016**

Відповідальний за випуск *С. В. Подкопаєв*

Редактор *А.В.Зиль*

Технічний редактор *Г.А.Федоренко*

Комп'ютерна верстка *А. В. Петренко*

Адреса редакції: 85300, Україна, Донецька область, м. Покровськ, пл. Шибанкова, 2, ДВНЗ «ДонНТУ», к.2.215. Тел.: (095) 405-97-46.

Підписано до друку 16.05.2016р.

Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Папір офсетний.

Ум. друк. арк. 19,85. Обл. вид. арк. 11,6. Тираж 100 прим.

Видавець та виготовлювач:

Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет»  
85300, Україна, Донецька область, м. Покровськ, пл. Шибанкова, 2, 2-й учбовий корпус

Свідectво про державну реєстрацію суб'єкта видавничої справи:  
серія ДК № 2982 від 21.09.2007.