

УДК 622.83

О ВОЗМОЖНОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ БУТОВЫХ ПОЛОС

К.т.н. НЕГРЕЙ С.Г. ДонНТУ, г. Донецк, Украина

Проблема и ее связь с практическими задачами. С увеличением объема угледобычи увеличивается доля систем разработки, предусматривающих поддержание выработок позади очистного забоя. В связи с этим всё больше внимания уделяется разработке эффективных способов и средств охраны подготовительных выработок.

Анализ последних исследований. Наиболее дешевыми по материальным затратам являются способы охраны, предусматривающие использование рядовой породы. В частности, широко применяется способ охраны выемочных выработок бутовой полосой, для сооружения которой используется порода от проведения выемочных штреков или от специально проводимых вслед за лавой бутовых штреков. Но ограниченная область применения, высокая трудоемкость и значительная усадка являются основными недостатками бутовой полосы.

Для уменьшения податливости бутовой полосы и повышения ее несущей способности рядом исследователей предлагается применение ограничивающих поверхностей [1-3], в качестве которых могут быть как металлические листы, деревянные стойки совместно со стяжками, так и различные жесткие опоры из железобетонных блоков.

Формулирование цели статьи. Опыт применения ограничивающих поверхностей в качестве усиливающих элементов в бутовой полосе действительно показал некоторую эффективность предлагаемых решений, но в силу сложности технической реализации или дороговизны предлагаемых технологий они не получили широкого применения.

В связи с этим целью статьи является разработка малозатратных и эффективных мероприятий по увеличению несущей способности бутовых полос на основе применения ограничивающих поверхностей.

Основная часть. Если брать в учет, что породы, слагающие бутовую полосу представлены несвязанной сыпучей средой, которая имеет свойство противостоять существенным сжимающим усилиям и быть неустойчивой по отношению к растягивающим. Применение же ограничивающих поверхностей должно решить данную проблему и обеспечить укрепление породной конструкции.

В строительстве находят широкое применение геосетки [4], которые устойчивы к растягивающим и неустойчивы к сжимающим напряжениям. Они, по сути, являются в уплотненных грунтах дополнением для создания устойчивых основ при строительстве зданий и прокладке железных дорог. Устойчивость таких оснований обеспечивается за счет передачи локальных

растягивающих напряжений на геосетки и их перераспределения на ее соседние участки при повышенных напряжениях.

Для условий подземных горных выработок в качестве таких армирующих элементов могут применяться гибкие металлические сетки. Компенсация сетками растягивающих напряжений, а также увеличение сцепления в армированной бутовой полосе позволит обеспечить достаточно устойчивую породно-несущая конструкцию, которая способна противостоять интенсивному расслоению пород кровли, увеличению размеров зоны неупругих деформаций вокруг горной выработки и росту нагрузки на ее крепь.

Для доказательства данных утверждений нами были проведены лабораторные исследования нагрузочно-деформационных характеристик охранных сооружений из породы армированных сетками.

Несущая способность практически всех охранных сооружений принимается с учетом их податливости, которая реализуется различными способами [5] и для бутовой полосы зависит от ее ширины и гранулометрического состава слагающих пород. При применении же металлических сеток необходимо учитывать их шероховатость, жесткость, размер ячейки и др.

Для определения параметров разрабатываемого способа проводилось моделирование процесса формирования породно-сетчатой конструкции с использованием метода структурного моделирования, который позволяет исследовать механические процессы, происходящие в бутовой полосе с соблюдением условий подобий [6].

Моделирование было посвящено установлению зависимостей усадки и расширения породной полосы от величины пригрузки на бутовую полосу с учетом гранулометрического состава вмещающих ее пород и наличия ограничивающих поверхностей в ней.

Модель с масштабом моделирования 1:30, представляла собой сварную металлическую конструкцию со швеллера [100 размерами 0,55×0,4м, к которой крепились задняя и прозрачная передняя стенки (рис. 1). Внутри конструкции поочередно размещались моделируемые охранные сооружения (бутовая полоса) с различной крупностью вмещающих их отдельностей без и с металлической сеткой (рис.2). Крупность фракций в моделях в перерасчете на натуру принималась от 0,01 до 0,3м. Сетка выкладывалась по всей ширине бутовой полосы параллельно горизонтальной плоскости и, тем самым, делила охранный сооружение на два одинаковых по высоте породных слоя. Размер ячеек в сетке при перерасчете на натуру составлял 0,12м.

Была отработана серия моделей при различных величинах пригрузки на бутовую полосу, которая составляла от 0 до 15кН. Пригрузка определялась по А.А.Борисову [7], исходя из условия, что максимальная несущая способность охранный сооружения при исчерпании податливости находится в пределах 0,5÷0,75 МПа [5].



Рисунок 1– Общий вид модели

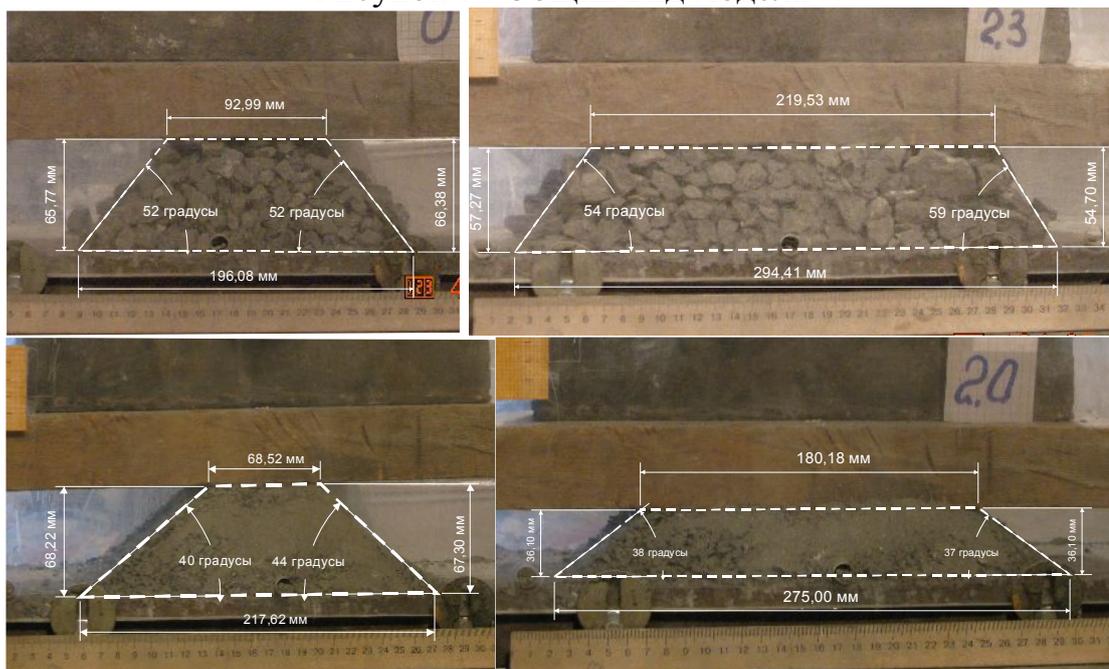


Рисунок 2 – Общий вид моделируемых охранных сооружений

Отработка каждой модели производилась поэтапно с постепенным увеличением пригрузки и фиксацией величины усадки охранного сооружения.

В результате отработки моделей при различных величинах пригрузки установлены зависимости усадки и расширения охранного сооружения от ряда факторов (рис. 3, 4).

Из графиков следует, что увеличением ширины бутовой полосы ее податливость уменьшается и увеличивается несущая способность. Так при увеличении ширины от 3 до $6h$ (где h - высота полосы) величина податливость уменьшается в $2,8 \div 3,9$ раза в зависимости от крупности фракции, в свою очередь, при применении гибкой разделительной прокладки это изменение составит, $1,8 \div 2,0$. Причем величина податливости изменяется от 65 до 16% в первом и от 42 до 13% - во втором случаях, что указывает на то, что переупаковка породной полосы без ограничивающих поверхностей имеет более интенсивный характер. Также бутовая полоса с ограничивающей поверхностью на раннем этапе начинает противостоять оказываемым на нее пригрузкам.

Из графиков также следует, что гранулометрический состав имеет существенное значение, когда не применяется прокладка, и особенно при мелкой фракции (рис. 4). Данная закономерность объясняется тем, что при мелкой фракции, образуемые вследствие самозаклинивания внутри полосы своды, менее устойчивы. При применении прокладки эта разница не столь значительна, а в некоторых случаях и вообще не имеет значения, что свидетельствует о том, что ограничивающая поверхность способствует самозаклиниванию породных отдельностей, заключенных в слоях, и образованию в них устойчивых сводов. Эти своды способны выдержать действующую нагрузку, передавая ее друг на друга и на опоры свода, и, тем самым, обеспечить устойчивость всей бутовой полосы.

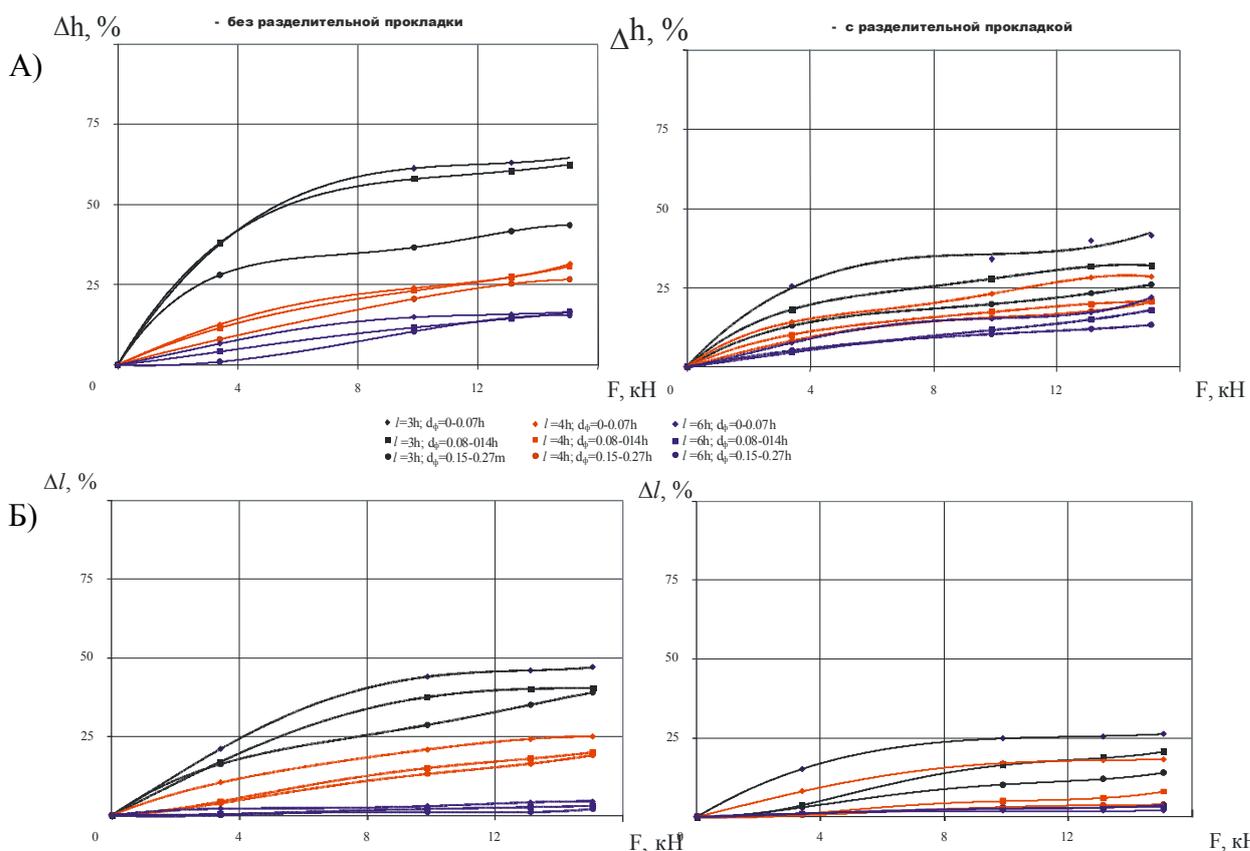


Рисунок 3— Графики зависимости величин усадки (А) и расширения (Б) породной полосы без и с гибкой разделительной прокладкой Δh от величины пригрузки F при различных: ширине полосы h и крупности вмещающих ее пород d_ϕ

Также устанавливалась зависимость величины расширения («расползания») породной конструкции с учетом применения ограничивающих поверхностей при различных параметрах полосы.

Характер расширения полосы такой же, как и ее усадки, но по величине меньше, причем на начальном этапе кривая расширения полосы более пологая, чем при усадке, что свидетельствует о том, что на этом этапе

происходит уплотнение породной конструкции с незначительным изменением параметров ее основания.

При сопоставлении графиков было установлено, что при всех равных условиях, за счет применения металлической сетки эффективность охранного сооружения с шириной $4h$ (h – высота породной полосы) практически соответствует эффективности бутовой полосы шириной $6h$, возводимой по традиционной технологии. Следовательно, для обеспечения паспортной податливости бутовой полосы при наличии ограничивающей поверхности трудоемкость возведения охранного сооружения будет существенно меньше.

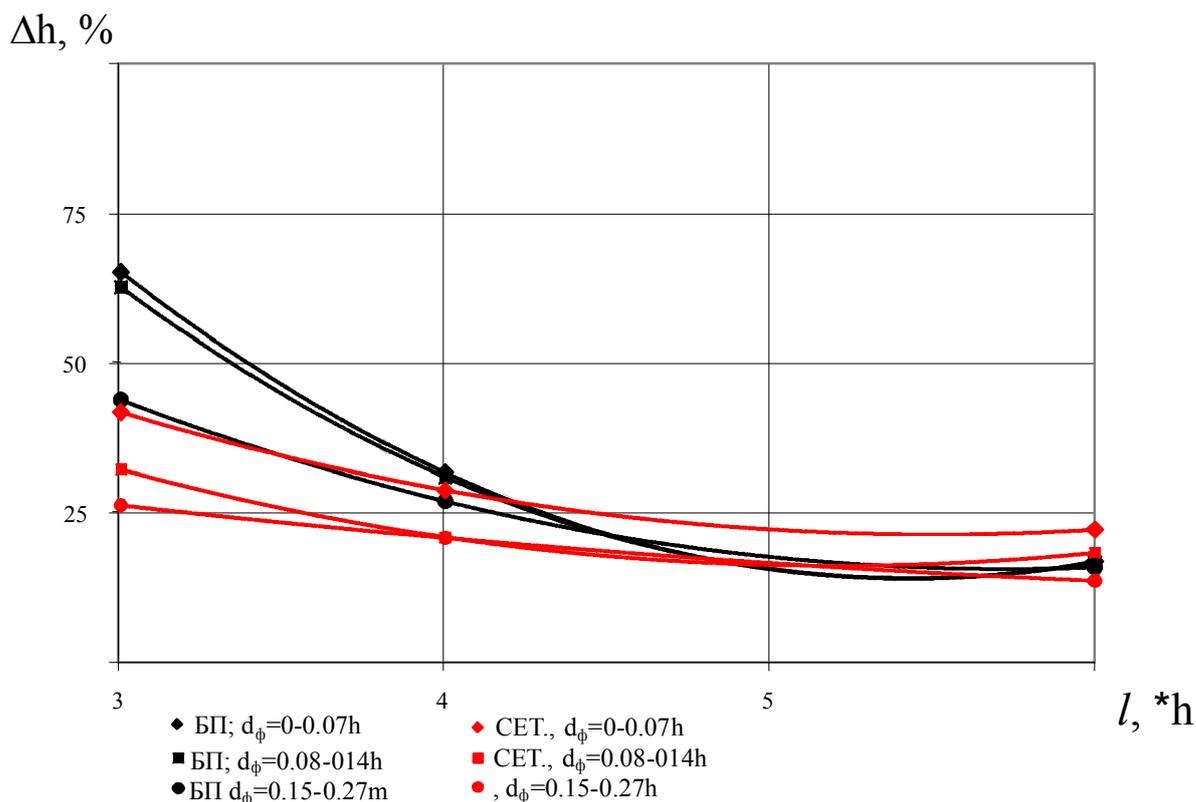


Рисунок 4– Графики зависимости величины усадки породной полосы Δh от ее ширины при различном гранулометрическом составе вмещающих ее пород d_ϕ

Выводы. Таким образом, на основе результатов проведенных исследований обоснована возможность увеличения несущей способности бутовых полос за счет применения ограничивающих поверхностей, а именно армирующих элементов (металлических сеток) выкладываемых послойно параллельно плоскости напластования пород. Установлено, что применение металлической сетки существенно уменьшает усадку породной полосы. Объем необходимой породы для выкладки охранного сооружения в 1,5-2 раза меньше, чем необходимо для бутовой полосы, возводимой по традиционной технологии. Применение данной технологии позволит расширить область применения бутовых полос.

Бібліографія.

1. Бондаренко Ю.В. Определение параметров управления сопротивлением породных опор // Изв. Вузов. Горный журнал. – 1990.- №6.– С. 24-27.
2. Хазипов И.В. Разработка способов создания искусственных породных сооружений для охраны повторно используемых выработок. Дисс... канд. техн. наук: 05.15.02. - Д.: ДонНТУ, 2009. – 160с.
3. Ефименко А.А. Околоштрековая охранная полоса из автомобильных шин // Уголь Украины.– 1998.– С. 13-14.
4. Building design and construction handbook / Frederick S. Merritt, editor, Jonathan T. Ricketts, editor.– 6th ed.
5. О.В. Рябцев О.В. Область рационального использования различных способов охраны выемочных штреков при отработке пластов высоконагруженными лавами// Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр./ ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2009.– Вып. 82.– С.68-76.
6. Сучасні проблеми проведення та підтримання гірничих виробок глибоких шахт / Під заг.ред. С.В.Янко.– Донецьк: ДУНВГО, 2003.– 256с.
7. Борисов А.А. Расчет горного давления в лавах пологих пластов.– М.: Недра, 1964.– 278 с.

Анотація – на підставі результатів лабораторних досліджень запропоновано маловитратний і ефективний спосіб охорони виїмкових виробок.

Ключові слова – спосіб охорони, рядова порода, обмежуюча поверхня, гранулометричний склад, несуча здатність, податливість, моделювання.

Аннотация – на основании результатов лабораторных исследований предложен малозатратный и эффективный способ охраны выемочных выработок.

Ключевые слова – способ охраны, рядовая порода, ограничивающая поверхность, гранулометрический состав, несущая способность, податливость, моделирование.

Abstract - based on the results of laboratory studies suggested a cheap and effective way to protect the workings.

The key words - method of protection, an ordinary breed, bounding surface, grain size, carrying capacity, suppleness, model.

Негрій Сергій Григорович – кандидат технічних наук, доцент, Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет»,

доцент кафедри «Розробка родовищ корисних копалин», м. Донецьк, Україна.

тел. моб. +38 (050)4720871

E-mail: snegrey@ukr.net

Негрей Сергей Григорьевич – кандидат технических наук, доцент, Государственное высшее учебное заведение «Донецкий национальный технический университет», доцент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых», г. Донецк, Украина.

тел. моб. +38 (050)4720871

E-mail: snegrey@ukr.net

Negrey Sergey Grigorievich – Candidate of technical sciences, Associate professor, State higher educational institution “National Mining University”, Associate professor of the Department of "Mineral Deposits Development", Donetsk, Ukraine

tel. +38 (050)4720871

E-mail: snegrey@ukr.net