

**МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭКВИВАЛЕНТНЫХ МАТЕРИАЛАХ
РАБОТЫ ОХРАННОЙ КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДВУХ
РАЗНЕСЕННЫХ ЛИТЫХ ПОЛОС**

Приведені основні результати по моделюванню процесу руйнування двох литих смуг, розміщених у відпрацьованому просторі поряд з виїмковим штреком, під впливом гірського тиску

**MODELLING ON EQUIVALENT MATERIALS
THE WORK OF THE SECURITY THE CONSTRUCTION OF TWO
SEPARATIONED CAST STRIPS**

The basic results on modelling of destruction's process of two cast strips placed in fulfilled space near to extraction drift, under the influence of mountain pressure are presented

Результаты наблюдений за выработками повторного использования на шахте «Красноармейская-Западная № 1», охраняемыми с помощью однорядной литой полосы показали, что она не во всех случаях обеспечивает необходимое остаточное сечение выработки. Одним из путей повышения несущей способности охранной конструкции является использование системы из двух полос.

Для оценки эффективности различных вариантов системы из двух полос было выполнено физическое моделирование процесса их разрушения под сжимающей нагрузкой с использованием метода эквивалентных материалов [1].

Наиболее значительные разработки в части физического моделирования проявлений горного давления принадлежат научной школе Г.Н. Кузнецова [2]. В соответствии с разработанными в этой школе принципами моделирования, при изготовлении модели из эквивалентных материалов в общем случае должны выдерживаться 4 параметра подобия: геометрический, кинематический, динамический и силовой.

Наиболее важными для оценки процессов деформирования модели под нагрузкой в качественном плане является геометрическое и силовое подобие. Геометрическое подобие означает соблюдение геометрических пропорций линейных размеров модели и реального объекта и характеризуется коэффициентом геометрического подобия:

$$k_2 = l_n/l_m \tag{1}$$

Силовое подобие характеризует соотношение напряжений в однотипных элементах модели и натурального объекта

$$k_c = \sigma_n/\sigma_m \tag{2}$$

Величины действующих в элементах напряжений, в конечном счете, определяются размерами элементов, прочностными характеристиками их материалов и приложенной внешней нагрузкой.

При выполнении условия геометрического подобия, наиболее простым путем для выполнения требований силового подобия является использование материалов с теми силовыми и деформационными характеристиками, что и для натурального объекта. Более мягким условием является примерное равенство статических прочностных характеристик материалов, основным из которых является предел прочности на одноосное сжатие $\sigma_{сж.}$.

Коэффициент геометрического подобия был выбран равным 65.

Для испытаний были изготовлены модели, включающие деревянную оболочку, имитирующую однорядную органную крепь из деревянных стоек и заливку из отвердевающей смеси. Соотношение сторон (ширина, длина, высота) заливаемого объема составляет 0,8 : 1,2 : 1,8. Толщина стенки составляет 0,1 от высоты модели. Внешний вид заготовки под заливку представлен на рис. 1.

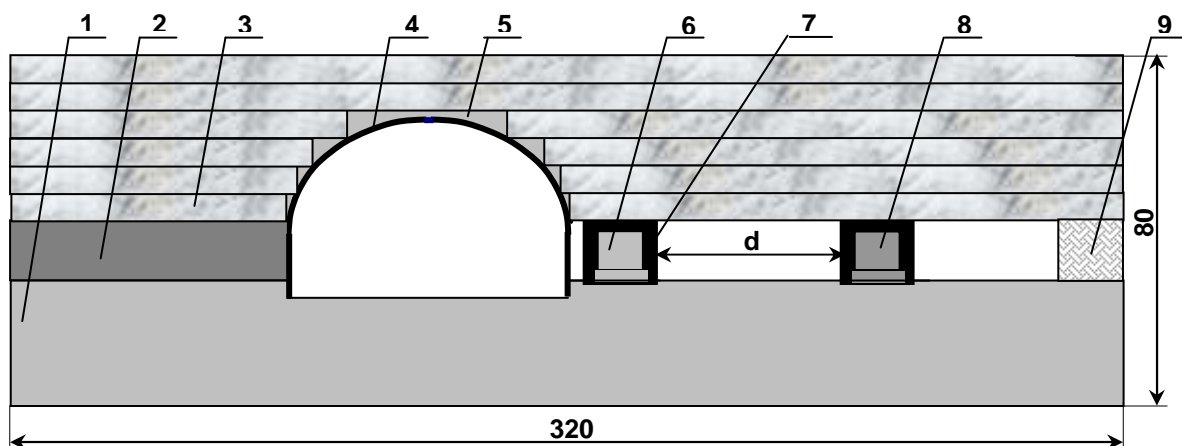


Рис. 1 – Заготовка под заливку ячейки литой полосы

Критерии подобия для данной простой модели соблюдены, так как материалы (дерево в качестве опалубки и заливаемая смесь) соответствуют реально используемым в шахтных условиях, а геометрические пропорции также соблюдены.

Указанная ячейка является элементом общей модели, включающей в себя породный массив, с пройденной в нем выработкой и извлеченным с одной стороны угольным пластом. Модель представлена на рис. 2.

При используемой на шахте технологии возводится одна полоса, для получения которой используется смесь № 1 в соответствии с патентом Украины 53569А. Полосу из указанного материала условно называем прочной. Модель, реализующая данный вариант, является базовой.



1 – отвердевший песчано-гипсовый раствор, 2 – имитатор угольного слоя, 3 - асбестоцементная плита, 4 - арка из стальной проволоки, 5 – песчано-гипсовый раствор, 6 - эквивалент ближней литой полосы, 7 – имитатор органной крепи; 8 - эквивалент дальней литой полосы, 9 – низкопрочный монтажный упор

Рис. 2 – Общая схема модели комбинированной охранной конструкции с двумя литыми полосами для поддержания выемочного штрека

С целью удешевления охранной конструкции предусматривается наличие второй полосы из низкопрочного материала. Такую литую полосу условно назовем слабой.

Варианты расположения полос приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Варианты расположения литых полос в модели

Номер варианта	Ближняя полоса	Дальняя полоса	Параметр d	Количество моделей в серии
1	прочная	отсутствует	-	3
2	слабая	отсутствует	-	3
3	слабая	прочная	мощность пласта	3
4	слабая	прочная	2 мощности пласта	3
5	слабая	прочная	3 мощности пласта	3
6	слабая	прочная	4 мощности пласта	3
7	слабая	прочная	3 мощности пласта + 2 ряда органки	3

Основным критерием, по которому оценивают эффективность работы комбинированной охранной конструкции, включающие две литые полосы, является изменение поперечного сечения охраняемого штрека в процессе возрастания нагрузки.

Учитывая значительные относительные величины деформаций и их сложный характер, для регистрации процесса деформирования модели была выбрана фотосъемка с шагом 2кН по прилагаемой нагрузке. Каждая третья модель исследовалась в непрерывном режиме путем выполнения видеосъемки.

Результаты исследований свидетельствуют, что в течении первых двух суток для ячеек с твердеющей смесью, приготовленной на шахтной воде, несущая способность охранной конструкции практически обеспечивается органной крепью. Существенный подъем несущей способности наступает на четвертые сутки, когда значительно увеличивается предел прочности на сжатие залитой в форму смеси. Однако, ограничение поперечных деформаций позволило уже на четвертые сутки достигнуть прочностных показателей, которые в режиме одноосного сжатия твердеющего материала без органной крепи были получены лишь на седьмые сутки.

По результатам компьютерной обработки для каждой модели в интервале через каждые 5 кН получены текущие значения высоты выработки по ее первоначальной оси, а также поперечного сечения в свету. С целью сопоставимости результатов в качестве оценки для указанных выше параметров взяты относительные характеристики.

Серии моделей сравнивались с базовой моделью, где в комбинации с арочной крепью работает одиночная литая полоса из прочного материала. Для базовой модели известна реальная картина состояния охраняемых таким способом выработок.

Наиболее неудовлетворительные характеристики имеет охранная конструкция по варианту № 2, где использована одна полоса из малопрочного материала, устанавливаемая на минимальном расстоянии от штрека.

Остальные варианты полос разножесткие. Ближняя полоса выполнена из менее прочного материала, а дальняя - из более прочного. Варьируемым параметром является расстояние между полосами.

Наличие промежутка между литыми полосами приводит к разрушению боковых деформаций обеих боковых сторон каждой из полос. Это приводит к разрушению более слабой по отношению к действующей на нее нагрузке полосы, а затем и оставшейся. Помимо этого происходит концентрация растягивающих напряжений в кровле между полосами с образованием трещины, что иллюстрируется на рис. 3.

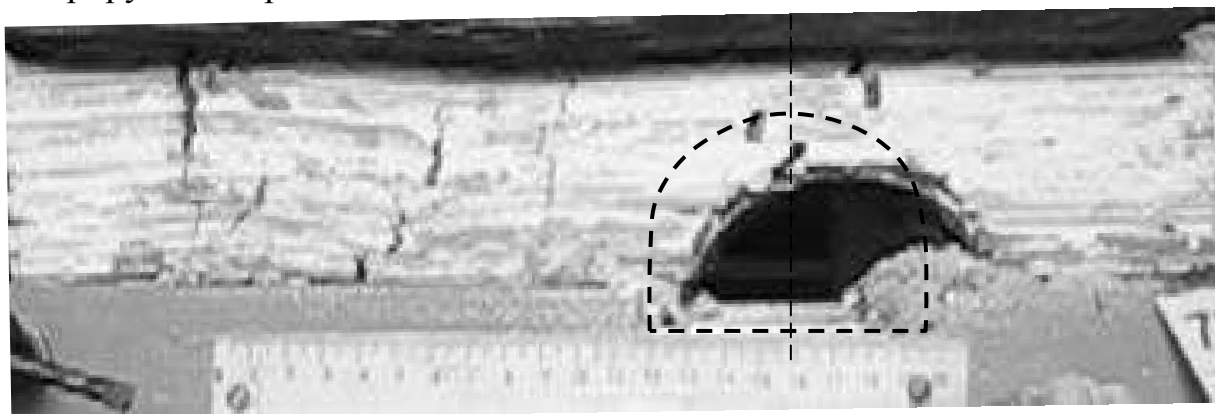


Рис. 3 – Внешний вид модели по варианту № 5 после выполнения испытаний

Суперпозиция данных эффектов приводит к появлению участка с резким снижением сечения при нагружении модели. Положение указанного участка

различно для различных серий моделей.

Специальный вариант (№ 7) предусматривает использование в пространстве между полосами двух рядов органной крепи для уменьшения деформаций непосредственной кровли. Данный вариант оказался достаточно эффективен с точки зрения геомеханики. Однако технология возведения комбинированной охранной конструкции по данному варианту несколько сложнее по сравнению с остальными. Внешний вид указанного варианта после выполнения испытаний представлен на рис. 4.

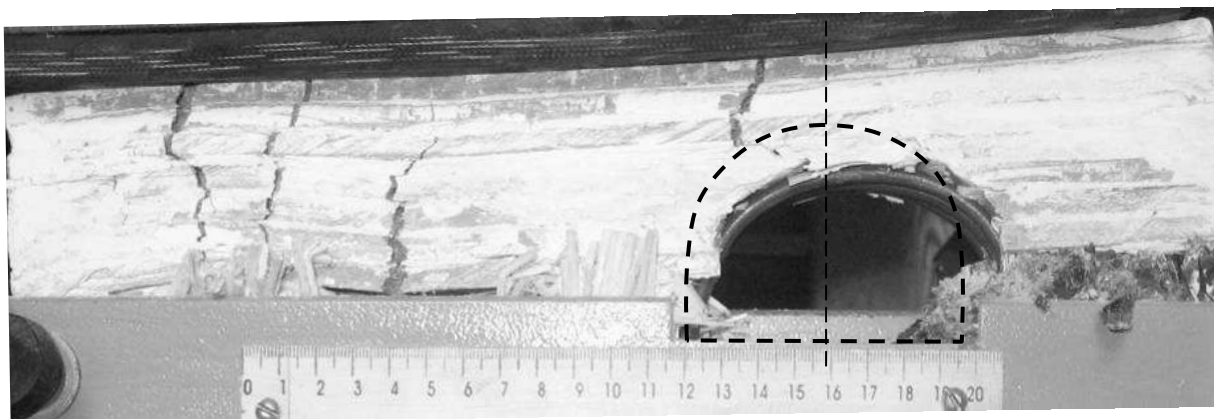


Рис. 4 – Внешний вид модели по варианту № 7 после выполнения испытаний

Анализ результатов испытаний моделей с двумя литыми полосами, разделенными междуполосным пространством, показал, что такие модели не имеют существенных преимуществ перед моделями с однорядной полосой ввиду быстрого разрушения кровли между литыми полосами с последующим возрастанием нагрузки на ближнюю к выработке слабую полосу. Эффективным средством для сдерживания процесса разрушения кровли является установка в междуполосном пространстве органной крепи, делящей его примерно на равные части. Указанное техническое решение позволяет увеличить остаточное сечение выработки примерно на 12%. Такая схема поддержания выработанного пространства имеет определенные сложности технологического характера, но может быть рекомендована для практической апробации ее эффективности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Требования по технике и методике моделирования методом эквивалентных материалов [Текст]. – Л.: ВНИМИ, 1973. – 55 с.
2. Кузнецов, Г.Н. Роль и задачи моделирования методом эквивалентных материалов в исследовании вопросов механики горных пород [Текст] / Г.Н. Кузнецов // Тр. ВНИМИ. – Л.: Изд-во ВНИМИ. - 1970. – № 76. – 96 с.