

УДК 622.831

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБА ОХРАНЫ УЧАСТКОВЫХ ВЫРАБОТОК ОБОЛОЧКАМИ, ЗАПОЛНЕННЫМИ ДРОБЛЕНОЙ ПОРОДОЙ

Бабак Б. Н., студент гр. РПМ-136,
Касьян Н. Н., д-р техн. наук, проф., науч. рук.,
Касьяненко А. Л., канд. техн. наук, доц.
(ГОУВПО «ДОННТУ», г. Донецк, ДНР)
rpm@mine.donntu.org

Приведены результаты исследований эффективности способа охраны участковых выработок оболочками, заполненными дробленой породой. Установлено, что при использовании опорных элементов с квадратной формой поперечного сечения усадка охранной конструкции составляет 14,3%, что в 1,3 раза меньше, чем при круглой форме сечения опорного элемента.

Ключевые слова: способы охраны, оболочка, опорный элемент, охранное сооружение, нагрузочно-деформационная характеристика.

Одним из условий обеспечения конкурентной способности угля, как одного из основных источников энергии, является снижение производственных расходов на его добычу, основную часть которых составляют затраты на проведение и поддержание подготовительных выработок. В условиях ограниченности средств на шахтах ДНР применяется, в основном, сплошная система разработки и ее различные модификации. Ее применение способствует при малых первоначальных затратах быстрому вводу добычных участков в эксплуатацию.

В таких условиях на шахтах применяются традиционные способы охраны – накатные костры, тумбы БЖБТ, литая полоса. Стоимость таких охранных сооружений является весьма значительной. Кроме этого их возведение производится вручную.

Альтернативным решением этого вопроса являются разработанный в ДонНТУ способ охраны участковых выработок оболочками, заполненными дробленой породой [1]. Достоинством предлагаемых конструкций является то, что из небольшого объе-

ма рядовой породы, благодаря использованию ограничивающих поверхностей в виде жестких (гибких) разделительных прокладок или путем размещения рядовой породы в тканевых рукавах (мешках), создаются грузонесущие опорные конструкции.

Поэтому модернизация конструктивных элементов и изучение механизма их работы представляет научный и практический интерес.

Анализ состояния проблемы охраны выемочных выработок, решаемой в настоящей работе, показывает, что на настоящее время разработано множество конструкций искусственных охранных сооружений. Они отличаются материалом и технологией, которая используется при их возведении, нагрузочно-деформационными характеристиками, стоимостью. В качестве материала искусственных охранных сооружений используется древесина (костры, органка, кусты и их комбинации), железобетон (БЖБТ), быстротвердеющие смеси (литая полоса), рядовая порода (бутовая полоса; охранные полосы, возводимые из опорных элементов, представляющих собой породу, заключенную в оболочку и с разделением по высоте жесткими прокладками). С точки зрения технологии возведения все охранные сооружения, кроме литой полосы, связаны с применением ручного труда. По нагрузочно-деформационной характеристике искусственные охранные сооружения разделяются на жесткие (органка, кусты, БЖБТ, литая полоса) и податливые (костры, бутовая полоса).

На наш взгляд, наиболее перспективным способом охраны повторно используемых выемочных выработок в лавах с нагрузкой 1000-1500 т/сут является породная полоса, возводимая из опорных элементов, представляющих собой породу, заключенную в оболочку, а также разделенная по высоте жесткими прокладками. Для широкого применения данных охранных сооружений необходима разработка новых технических решений в направлении модернизации конструктивных параметров и технологии их возведения.

Ранее выполненные лабораторные исследования нагрузочно-деформационной характеристики охранных сооружений из рядовой породы, помещенной в тканевую оболочку (опорный элемент) показали, что усадка охранной конструкции составляет 20–25 %. При этом 10 % усадки наблюдается в начальный момент

нагрузки (до 1 кН). Это связано, на наш взгляд, с тем, что в начальный момент нагружения происходит заполнение пустотности между опорными элементами, которые в сечении напоминают круг.

Для уменьшения усадки охранного сооружения предлагаются следующие технические решения (рис. 1):

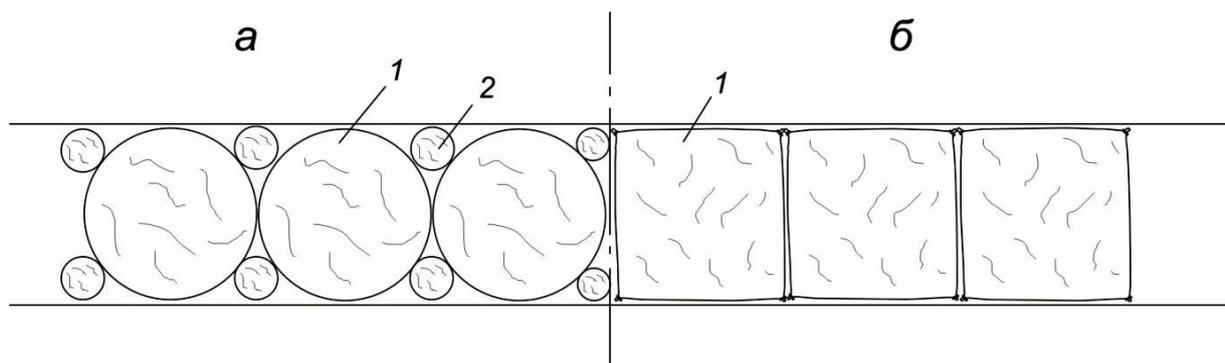


Рис. 1. Уменьшение пустотности охранных сооружений из опорных элементов: а – за счет расположения деревянных чурок (2); б – за счет изменения формы сечения опорного элемента (1)

1) При диаметре опорного элемента 20–25 см рекомендуется устанавливать между опорными элементами деревянные стойки (рис. 1, а) диаметром 5–7 см.

2) Рекомендуется изменить форму сечения опорного элемента на квадратную. Последнее достигается за счет продольной прошивки ткани опорного элемента по контуру с интервалом 20 см (рис. 1, б).

Целью лабораторных исследований являлось оценка эффективности способа охраны участковых выработок оболочками, заполненными дробленой породой.

Все лабораторные исследования производились в лаборатории кафедры «Обогащение полезных ископаемых» ДонНТУ на гидравлическом прессе.

Геометрический масштаб физических моделей 1:10. Для отражения условий испытаний охранных сооружений реальным условиям отработка моделей осуществлялась с использованием специальной обоймы, имитирующей боковой отпор в охранном сооружении вдоль оси выработки.

В первой серии экспериментов было отработано две модели, в которых опорные элементы представляли тканевые мешки диаметром 25 мм и длиной 50 мм (рис. 2, а). Во второй модели для уменьшения усадки конструкции при нагружении, пустотность между опорными элементами заполняли с помощью деревянных чуряков диаметром 5 мм и длиной 50 мм (рис. 2, б).

Во второй серии лабораторных испытаний было отработано три модели, в которых использовались опорные элементы диаметром 35 мм и длиной 95 мм. В первой модели ее отработка велась без имитации бокового подпора, во второй – с боковым подпором. В третьей модели опорные элементы в сечении представляли собой подобие квадрата.

Сами лабораторные испытания моделей охранных сооружений, после их укладки, заключались в измерении абсолютных деформаций (Δh) в зависимости от величины прикладываемой нагрузки (P). Потом вычислялись относительные деформации ($\Delta h/h_n$), где h_n – начальная высота охранного сооружения, и удельные деформации на единицу нагрузки между каждой ступенью нагружения от уровня нагрузки $\Delta h/\Delta P = f(P)$.



Рис. 2. Состояние моделей в первой серии экспериментов:
а) мешки; б) мешки с деревянными чурками

На рис. 3,а приведены графики относительных смещений (1 и 1') испытываемой конструкции и удельных деформаций (2 и 2') от величины внешней нагрузки соответственно первой и второй модели.

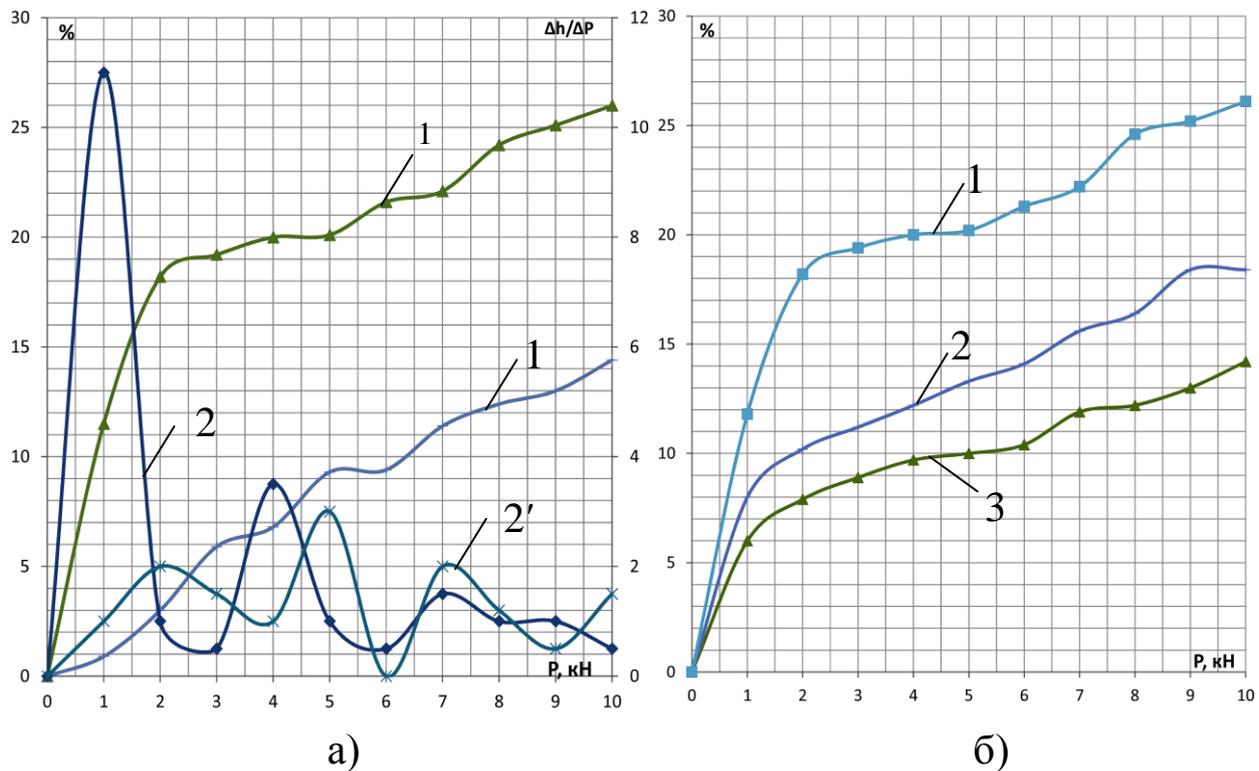


Рис. 3. График зависимости относительных и удельных деформаций в зависимости от прикладываемой нагрузки а) первой серии; б) второй серии экспериментов

Анализ графиков для первой серии экспериментов показывает, что для 1-й модели при увеличении нагрузки в начальный момент от 0 до 1 кН наблюдается резкая усадка охранного сооружения на 10 %. При этом величина удельной деформации составляет 11 мм/кН. Ступенчатый рост нагрузки до 10 кН (ступень нагружения равна 1 кН) приводит к увеличению усадки охранного сооружения до 20,5 %. Причем этот рост носит относительно плавный характер. Величина удельной деформации на различных ступенях нагружения колеблется от 1 до 6 мм/кН. Такой характер деформирования охранного сооружения объясняется, на наш взгляд, тем, что в начальный момент нагружения конструкции происходит выборка пустотности между опорными элементами за счет изменения их формы. При испытании модели № 2 анализ показывает, что в отличие от характера деформирования охранного сооружения в 1-й модели наблюдается плавное деформирование с увеличением нагрузки до 10 кН. При этом усадка охранной конструкции составляет 14,4 %, что в 1,4 раза меньше.

На рис. 3,б показаны графики зависимости относительных деформаций в зависимости от прикладываемой нагрузки для второй серии экспериментов: модель № 1 – 1, модель № 2 – 2, модель № 3 – 3. Их анализ показывает, что в моделях № 1 и № 2 при нагружении их до 2 кН наблюдается их резкая усадка соответственно до 18,4 и 10,2 %. Отсутствие бокового подпора увеличивает усадку на 8 %. При этом удельные деформации изменяются соответственно с 12–7 мм/кН до 8–4 мм/кН. При дальнейшем увеличении нагрузки до 10 кН величина усадки составляет соответственно 26 и 18,6 %. При испытании модели №3 наблюдается плавное увеличение деформации охранного сооружения, которая при нагрузке 10 кН составляет 14,3 %.

Таким образом, для улучшения способа охраны выработки были предложены следующие мероприятия:

1) на основании выполненного в работе анализа способов охраны выемочных выработок установлено, что в условиях сложной экономической ситуации в ДНР наиболее рациональным способом охраны является искусственное сооружение из рядовой породы с использованием ограничивающих поверхностей.

2) одним из вариантов такого способа охраны является несущая конструкция, состоящая из опорных элементов, представляющих рядовую породу, помещенную в замкнутую оболочку.

3) для снижения усадки конструкции в работе предлагается два технических решения:

– для уменьшения пустотности между опорными элементами круглого сечения укладываются деревянные стойки;

– опорные элементы выполнены из оболочек квадратной формой поперечного сечения.

4) в результате лабораторных исследований установлено:

– при укладке между опорными элементами деревянных стоек усадка охранной конструкции составляет 14,4 %, что в 1,4 раза меньше, чем без них;

– при использовании опорных элементов квадратной формой поперечного сечения усадка охранной конструкции составляет 14,3 %, что в 1,3 раза меньше, чем при круглой форме сечения опорного элемента.

Библиографический список

1. Касьян, Н. Н. Исследование влияния ограничивающих поверхностей внутри охранного искусственного сооружения из рядовой породы на его нагрузочно-деформационную характеристику [Текст] / Н. Н. Касьян [и др.] // VII школа геомеханики 2007: междунар. науч.-техн. конф., 16–19 окт. 2007 г.: мат. науч.-техн. конф. – Гливице-Устронь, 2007. – С.89–95.

Babak B. N., Kasyan N. N., Kasyanenko A. L.

(SEI HPE «Donetsk national technical university», Donetsk, DPR)

STUDY OF THE EFFICIENCY OF SUPPORT METHOD MINING TUNNEL BY SHELLS FILLED WITH CRUSHED ROCKS

The results of studies of the effectiveness of support method mining tunnel with shells filled with crushed rocks are given. It has been established that when using support elements with a square cross-sectional shape, the shrinkage of support construction is 14.3%, which is 1.3 times less than with a round cross-sectional shape of the support element.

Keywords: support methods, shell, support element, support construction, load-deformation characteristic.