

место расположения щели - под узлом податливости  
направление щели относительно горизонта - горизонтальная.

Увеличение длины щели более половины ширины выработки значительного эффекта не дает, но существенно усложняет технологию ее сооружения.

#### *Список литературы*

1. Кошелев К.В., Петренко Ю.А., Новиков А.О. Охрана и ремонт горных выработок. – М.: Недра, 1990. – 218 с.
2. Литвинский Г.Г., Гайко Г.И., Кулдыркаев Н.И. Стальные рамные крепи горных выработок. – К.: Техніка, 1999. – 216 с.

Рукопись поступила в редакцию 17.03.13

УДК 622.28.044:622.261.2

А.О. НОВИКОВ, д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»  
С.Ю. ГЛАДКИЙ, инженер А.Ж. ИМАШЕВ, магистр, докторант PhD,  
А.Д. КАРАТАЕВ, магистр, докторант PhD,  
Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан

### **О ПОДДЕРЖАНИИ МОНТАЖНЫХ ХОДКОВ КОМБИНИРОВАННЫМИ АНКЕРНО-РАМНЫМИ КРЕПЯМИ**

В статье описан опыт поддержания монтажных ходков комбинированными крепями на основе анкерных систем.

**Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями.** Украина по оценкам экспертов владеет около 3,5 % мировых запасов каменного угля, что в условиях ограниченной добычи собственной нефти и газа, роста цен на них на мировых рынках, делает уголь основным и долговременным энергоносителем в топливно-энергетическом балансе страны. В настоящее время до 85 % угля добывается подземным способом в 560 механизированных очистных забоях. Постоянно, до 40 % комплексов, работающих в них - монтируются-демонтируются. Трудоемкость и продолжительность монтажа очистного оборудования во многом определяется тем, обеспечены ли необходимые размеры рабочего пространства и устойчивое состояние монтажных камер, и их своевременное проведение. Решение этой проблемы невозможно без широкого внедрения передового опыта эффективного ведения монтажно-демонтажных работ с использованием рациональных технологических схем и нового оборудования, а также внедрения новых технологий проведения и поддержания монтажных камер, в том числе с использованием комбинированных крепей на основе анкерного крепления.

Несмотря на имеющийся позитивный опыт в использовании таких конструкций для поддержания монтажных ходков на шахтах («Добропольская», «Красноармейская-Западная» №1, «Краснолиманская», шахты объединения «Павлоградуголь» и др.), широкого внедрения он не нашел.

**Анализ исследований и публикаций.** В научно-технической литературе представлено большое количество работ, посвященных изучению характера взаимодействия различных конструкций крепи с массивом. В них исследованы механизм формирования нагрузки на рамные крепи, особенности и закономерности деформирования вмещающего выработки массива. Для выработок же с комбинированным и анкерным креплением эти вопросы изучены недостаточно полно. Учитывая перспективы использования комбинированных крепей и анкерных систем для поддержания выработок на шахтах Украины, как одного из приоритетных направлений повышения эффективности производства, изучение опыта их применения является актуальной задачей.

Задачей исследований являлась обобщение опыта применения технологии и параметров комбинированного крепления при поддержании монтажных ходков.

**Основные результаты.** Апробация и мониторинг за состоянием анкерной и комбинированной крепи при поддержании монтажных ходков пластов  $m_4^0$  и  $m_5^{1e}$  проводился в условиях шахты «Добропольская» ГП «Добропольеуголь» с 2003 по 2011 годы на основе совместных разработок ИТР шахты и сотрудников ГВУЗ «ДонНТУ».

Монтажный ходок четвертой северной лавы уклона пласта  $m_4^0$  был закреплен связной анкерной крепью с плотностью установки 1 анк/м<sup>2</sup>. Сталеполимерные анкера длиной 2,4 м устанавли-

вались под металлический подхват длиной 4 м. Расстояние между рядами анкеров - 1 м. Бурение шпуров для установки анкерных штанг в кровлю проводилось при помощи буровой колонки расположенной на комбайне. Для оценки эффективности крепления были проведены шахтные наблюдения на контурных замерных станциях [1]. К моменту окончания наблюдений среднее опускание кровли составило 35 мм, а максимальное (в пределах участка 10-12 м) 70 мм, средняя скорость опускания кровли составляла около 1,5 мм в сутки, а максимальная 2,5 мм в сутки. Состояние крепи и породных обнажений в монтажном ходке устойчивое (рис. 1).



**Рис. 1.** Состояние монтажного ходка четвертой северной лавы уклона пласта  $m_4^0$

Монтажный ходок пятой северной лавы уклона пласта  $m_4^0$  проводился комбайном, в направлении снизу-вверх, с нижней подрывкой пород. Крепление выработки производилось комбинированной анкерно-рамной крепью. Плотность установки анкеров в кровлю - 1 анк/м<sup>2</sup>. Анкера длиной 2,4 м устанавливались под металлическую полосу длиной 3,5 м, между рамами крепи из СВП-22. Расстояние между рядами анкеров - 1 м. Эффективность крепления оценивалась по результатам наблюдений на глубинных замер-

ных станциях [2]. Через две недели наблюдений смещения боков составляли 99 и 46 мм соответственно справа и слева (46 и 27% от конечной величины смещений). Размер зоны неупругих деформаций в боках составил более 2,5 м. Разрушения пород в стенках выработки предопределили деформирование кровли. Разрушения там начались на 49 сутки на расстоянии 2,8-3,2 м от контура, а к 56 суткам наблюдений разрушились породы кровли на удалении 1,5-1,8 м от контура. На 60 сутки наблюдений смещения контура посередине пролета выработки составили 133 мм.

Дальнейшие наблюдения показали, что разрушения пород от контура в глубь массива происходят волнообразно, с изменяющейся во времени и пространстве интенсивностью. Состояние выработки при проведении показано на рис. 2.

Инструментальные наблюдения показали, что разрушения пород кровли в выработках с анкерным и анкерно-рамным креплением происходят в глубине массива, за пределами скрепленной анкерами области, которая практически не разрушается. Наибольшие смещения породного обнажения в кровле выработки наблюдаются посередине пролета (происходит плавный прогиб), а вблизи стенок – образуются пластические шарниры.



**Рис. 2.** Состояние монтажного ходка пятой северной лавы уклона пласта  $m_4^0$ :  
а – при проведении; б - после проведения

В боках выработки разрушения пласта и пород происходят на глубину более 2,5 м и проявляются в виде выдавливания верхней пачки угля и пород непосредственной почвы пласта, что связано с наличием в боках выработки слабых вмещающих пород. Деформирование носит квазипластический характер.

Установленные особенности деформирования и разрушения пород в монтажных ходках с анкерным и анкерно-рамным креплением были учтены при проектировании паспорта крепления монтажного ходка седьмой северной лавы пласта  $m_5^{1e}$ . В частности, для повышения устойчивости пород кровли было применено укрепление боков выработки стеклопластиковыми анкерами. Выработка проводилась комбайном в направлении снизу-вверх и крепилась комбини-

рованной анкерно-рамной крепью. Паспорт проведения и крепления показан на рис. 3.

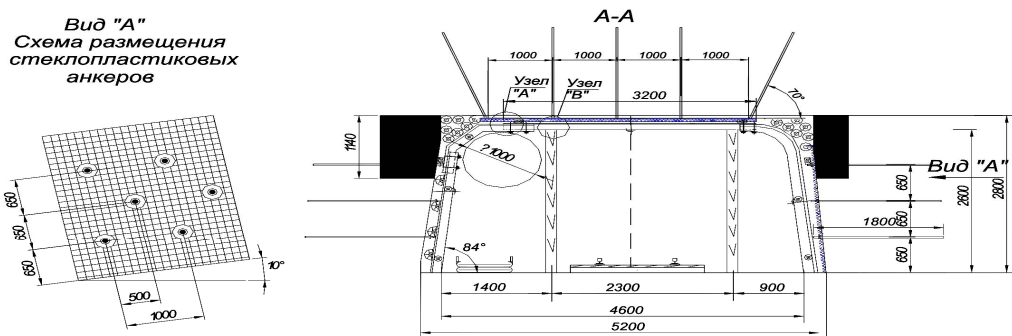


Рис. 3. Паспорт проведения и крепления выработки

Плотность установки анкеров в кровлю – 1 анк/м<sup>2</sup>. Анкера длиной 2,4 м устанавливались под металлическую полосу длиной 3,5 м, между рамами крепи из СВП-22. Расстояние между рядами анкеров - 1 м. В бока устанавливались по три стеклопластиковых анкера длиной 1,8 м. Расстояние между рядами анкеров 0,5 м. Для наблюдений за смещениями пород в выработке, на удалении 70 м от сопряжения с конвейерным штреком была оборудована комплексная измерная станция. Наблюдения за смещениями пород проводились более двух месяцев. Результаты обрабатывались в виде графиков смещений глубинных реперов и изменения коэффициента разрыхления между ними (рис. 4-5).

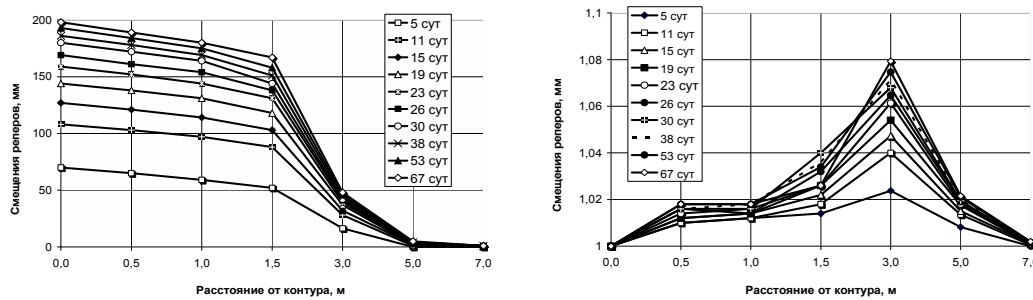


Рис. 4. Графики смещений глубинных реперов в скважине, пробуренной в кровле выработки и изменения коэффициента разрыхления между реперами во времени

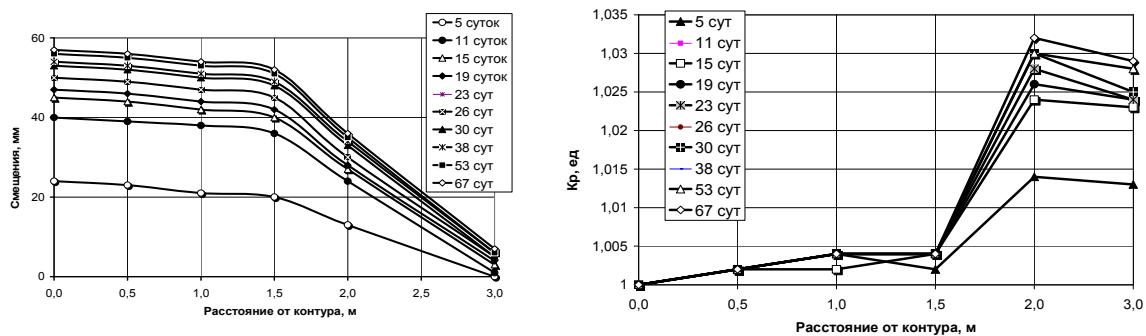


Рис. 5. Графики смещений глубинных реперов в скважине, пробуренной в боку выработки и изменения коэффициента разрыхления между реперами во времени

Как видно из графиков смещений глубинных реперов в кровле (см. рис. 4), на 11 сутки наблюдений контур выработки сместился на 108 мм, что составляет более 54 % от конечной величины смещений за весь период наблюдений. Разрушения пород произошли на 11 сутки наблюдений на участке 1,7-4,6 м от контура. Размер зоны неупругих деформаций составил 7 м. В пределах скрепленной анкерами толщи пород расслоение не наблюдалось. Дальнейшие наблюдения показали, что характер деформирования массива не меняется.

Расслоения пород со временем происходят в глубине массива, за пределами укрепленного анкерами участка. На 67 сутки наблюдений смещения контура в кровле выработки составили 198 мм.

Анализ графиков смещений глубинных реперов в боковых скважинах, (см. рис. 5) показывает, что через 11 суток смещения боков 40 мм (70% от конечной величины смещений). В глубине массива, разрушения произошли за пределами укрепленной области (на участке скважины 1,8-3,0 м). Размер зоны неупругих деформаций составил более 3,0 м. К моменту окончания наблюдений (67 суток) смещения боков составили 57 мм. Выдавливания пласта и его непосредственной почвы не наблюдалось (рис.6). Состояние крепи и вмещающих пород на контуре устойчивое (рис. 7).



Рис. 6. Состояние пласта и непосредственной почвы в боку выработки



Рис. 7. Состояние выработки к моменту окончания ее проведения

В настоящее время положительный опыт применения комбинированного крепления при поддержании монтажных ходков используется и на других шахтах ГП «Добропольеуголь».

#### Список литературы

1. Новиков А.О. О деформировании кровли в монтажных печах с анкерным креплением / Новиков А.О., Касьян Н.Н., Гладкий С.Ю. // Горный информационно-аналитический бюллетень // Московский государственный горный университет. – М.: 2009. – №5. – С. 78-84.
2. Новиков А.О. Наблюдения за деформированием контура в монтажном ходке с анкерной крепью./ Новиков А.О., Гладкий С.Ю., Шестопапов И.Н.// Збірник наукових праць НГУ. – Д.: Національний гірничий університет, 2010. – №34, Т. 2. – С. 96-100.

Рукопись поступила в редакцию 17.03.13

УДК 666.9.015, 622.063.23

И.Г. САХНО, канд. техн. наук, доц., Н.Н. КАСЬЯН, д-р техн. наук, проф.,  
Донецкий национальный технический университет

### НАПРАВЛЕННОЕ РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД НЕВЗРЫВЧАТЫМИ РАЗРУШАЮЩИМИ СМЕСЯМИ

Предложен способ создания магистральной трещины в породном массиве с помощью патрона невзрывчатой разрушающей смеси. Проведено численное моделирование изменения напряженно-деформированного состояния модели при квазистатическом внутришпуровом давлении от саморасширения НРС для предлагаемого способа направленного разрушения. Получена, степенная зависимость коэффициента концентрации растягивающих напряжений на стенках шпура от зазора между элементами оболочки патрона НРС.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** В практике ведения горных работ одной из актуальных задач является разрушение горных пород в заданном направлении. При взрывном способе разрушения эта задача решается применением кумулятивных зарядов, а также компенсационных вставок в шпуры и скважины. Однако взрывное воздействие приводит к разрушению околошпуровой области, развитию естественных и образованию новых микро - и макротрещин в массиве, увеличение длины которых приводит к накоплению дефектов в кристаллической структуре пород. При добыче штучного камня увеличение плотности макротрещин приводит к негативным последствиям, уменьшающих выход товарной продукции. При динамическом разрушении горных пород на контуре подземных выработок развитие трещин приводит к снижению прочности и интенсификации смещений пород.

Одним из возможных направлений решения проблемы разупрочнения пород при их разрушении является применение статических методов разрушения. В настоящее время разработано множество направлений невзрывного разрушения, в частности, механические методы (клиновой, гидроклиновой, алмазно-канатное пиление, камнерезные буровые установки и комбайны),