

А.В. Наумович,  
Р.Н. Терещук, к.т.н., доц..  
(Национальный горный университет)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЛАВЫ**

Розглянуто способи охорони і підтримки підготовчих виробок у зоні впливу лави. За допомогою методу еквівалентних матеріалів визначені раціональні заходи щодо підтримки підготовчих виробок у стійкому стані в умовах шахти "Шахтарська-Глибока".

## **RESEARCH OF STABILITY OF THE DEVELOPMENT WORKING ON DEEP HORIZONTS IN A BAND OF LONGWALL INFLUENCE**

The ways of protection and maintaining of development workings in a band of influence of longwall are surveyed. With the help of a method of equivalent materials the rational measures on a roadway maintenance in an inconvertible state in conditions of mine "Shakhterskaya-Glubokaya" are determined.

### **Введение.**

В связи с переходом подземных горных работ на глубокие горизонты значительно ухудшаются горно-геологические условия разработки пластов в основных угольных бассейнах страны.

На глубоких шахтах значительно увеличиваются расходы на ремонт и перекрепление подготовительных выработок, усложняются мероприятия по борьбе с внезапными выбросами угля и газа, горными ударами и по снижению высокой температуры. Наибольшее влияние на проявления горного давления в подготовительных выработках оказывают увеличение глубины разработки и усложнение горно-геологических условий, что выражается прежде всего в возрастании смещений пород вокруг выработок. В некоторых выработках смещения пород кровли на контуре за весь срок службы достигают 1000-1500 мм [1]. Рост величины смещений пород приводит к уменьшению площади поперечного сечения выработок и необходимости проведения работ по их ремонту и восстановлению.

Несмотря на определенные достижения в области управления горным давлением в подготовительных выработках, их состояние продолжает оставаться неудовлетворительным, особенно на участках, примыкающих, к очистным забоям.

Подготовительные выработки используют повторно в широком диапазоне горно-геологических условий: при мощности пласта до 2 м, углах падения до 35°, вмещающих породах различной устойчивости, на пластах различной метанообильности, на опасных и не опасных по выбросам угля и газа, различной глубине разработки. Эффективность этого мероприятия зависит, главным образом, от мощности пласта и устойчивости пород, при этом около 80% повторно используемых выработок приходится на пласты мощностью до 1,2 м.

Нормальные условия эксплуатации подготовительных выработок в зоне влияния очистных работ определяются правильным выбором способа их охраны и типов крепи. Широкое распространение для охраны подготовительных выработок шахт получили породные бутовые полосы и деревянные костры, однако общим

недостатком этих охранных сооружений является то, что они оказывают достаточное сопротивление опусканию пород только после значительной осадки.

Для увеличения жесткости околоштрековых ограждений при труднообрушающихся кровлях с целью обрыва консоли зависших пород применяют костры из шпального бруса, заполненные породой. Большая трудоемкость их возведения и отсутствие начального распора не позволяют использовать эти средства в широком диапазоне горно-геологических условий.

В последние годы для охраны выемочных выработок получили распространение опоры высокой прочности и ограниченной податливости (тумбы из железобетонных блоков БЖБТ), способные воспринимать усилие до 100 кН на 1 м выработки.

Хорошие результаты в зарубежной и отечественной практике показал способ охраны выработок литыми околоштрековыми полосами из твердеющих материалов [2, 3].

#### **Цель работы.**

Исследование устойчивости подготовительных выработок и разработка рациональных способов их охраны и поддержания в зоне влияния лавы с помощью метода эквивалентных материалов.

#### **Материалы и результаты исследований.**

С целью исследования устойчивости подготовительной выработки выполнено лабораторное моделирование с использованием эквивалентных материалов для условий 1-го западного конвейерного штрека УП ЦБ пласта  $h_8$  шахты “Шахтерская-Глубокая”.

Этот метод является одним из наиболее освоенных и широко применяемых исследовательских приемов, позволяющий получить достаточно полную качественную картину процессов, происходящих в горном массиве под воздействием внешних нагрузжений. Методика проведения эксперимента достаточно подробно изложена в работах [4, 5], рекомендации которых использованы при выполнении настоящих исследований. Моделирование выполнено в лаборатории кафедры строительства и геомеханики НГУ.

В качестве эквивалентного материала была принята песчано-парафинографитовая смесь с добавлением технического вазелина. Такой состав наиболее полно отвечает физико-механическим характеристикам исследуемых пород в реальных условиях. При этом было испытано 15 различных составов эквивалентного материала. Для каждого состава было проведено 6 серий испытаний. Остановились на 3-х составах, наиболее полно воспроизводящих свойства пород шахты “Шахтерская-Глубокая”.

Работы по моделированию проводили на специальном стенде, представляющем собой плоскую камеру с прозрачной передней стенкой из оргстекла и систему рычажных домкратов. Масштаб моделирования принят 1:50. При испытаниях в камеру закатывали разогретый эквивалентный материал. После его остывания под нагрузкой переднюю стенку снимали, наносили мерную сетку и производили “проходку” выработки. В выработке устанавливали соответствующую крепь. Затем камеру закрывали оргстеклом и с помощью ры-

чажных домкратов загружали моделируемый массив. Нагрузку, являющуюся показателем уровня напряжений в моделируемом материале, задавали с интервалом в 1 кг. Возникающие при этом деформации мерной сетки регистрировали на каждом этапе нагружения с помощью фотоаппарата, установленного в фиксированном положении на время всего эксперимента. Качественную картину поведения массива строили на основании изучения измерения определенных квадратов мерной сетки на фотоснимке.

Для исследования были определены 3 основные ситуации (11 вариантов):

1. Подготовительная выработка, закрепленная арочной податливой крепью + дополнительно установлены: один анкер со стороны массива на высоте 2 м от почвы под углом  $30^{\circ}$  к горизонтали; второй анкер со стороны лавы на высоте 3 м от почвы под углом  $45^{\circ}$  и третий в кровле со смещением от оси выработки в сторону массива на 0,5 м под углом  $15^{\circ}$  к вертикали, при проходе лавы. Длина анкеров 3 м (рис. 1) (вар. 1).

2. Так как и в ситуации 1, только со стороны лавы установлены тумбы из железобетонных блоков шириной 1...3 м (рис. 2, 3) (вар. 2-6).

3. Так как и в ситуации 2, только со стороны массива установлены тумбы из железобетонных блоков шириной 1...3 м (рис. 4, 5) (вар. 7-11).

С учетом отладки процесса моделирования и числа продублированных вариантов испытано 33 модели.

По результатам исследования построена зависимость изменения величины горизонтальной и вертикальной конвергенции от варианта крепления выработки (рис. 6).

Анализ результатов показывает следующее:

– использование рамно-анкерной крепи (рис. 1, вар. 1) в подготовительной выработке в зоне влияния очистных работ не позволяет сохранить ее эксплуатационное состояние;

– из рис. 6 видно, что наибольшие изменения величины горизонтальной и вертикальной конвергенции наблюдаются в варианте 1, наименьшие – варианты 10 и 11. Использование тумб из железобетонных блоков приводит к увеличению ее устойчивого состояния;

– из рис. 6 видно, что увеличение размеров жесткого ограждения в раскосках (вар. 10 и 11) не приводит к значительному улучшению геомеханической ситуации вокруг подготовительной выработки, поэтому принят как наиболее рациональный способ поддержания подготовительной выработки в условиях шахты “Шахтерская-Глубокая” вариант 10;

– при размерах жесткого ограждения более 2,5 м в кровле лавы наблюдается трещинообразование (рис. 3-5);

– при размерах жесткого ограждения до 1,5 м наблюдается поднятие почвы в выработке в 2 раза больше по сравнению с остальными вариантами;

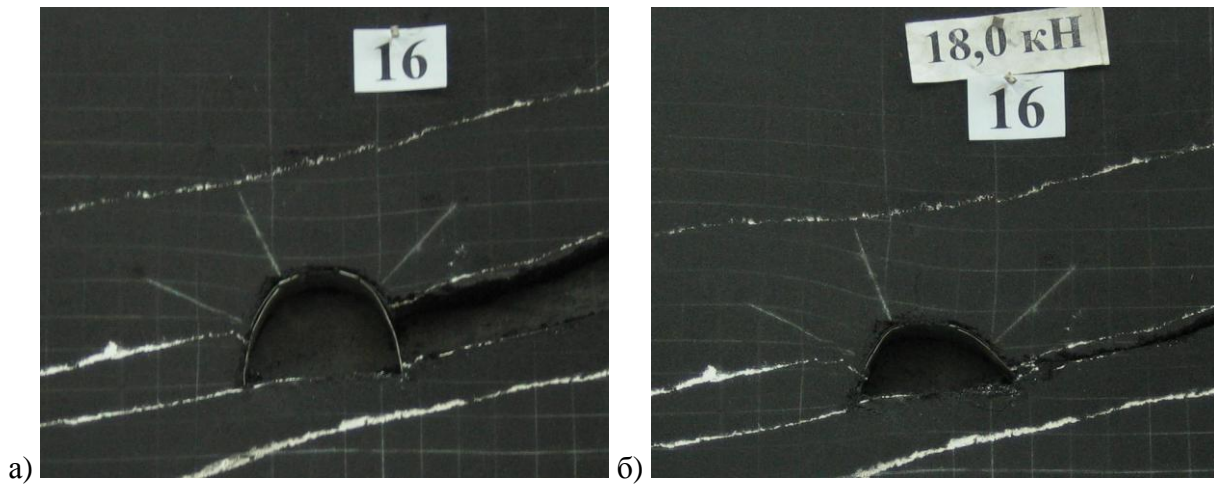


Рис. 1 – Начало (а) и конец (б) нагружения модели (вар. 1)

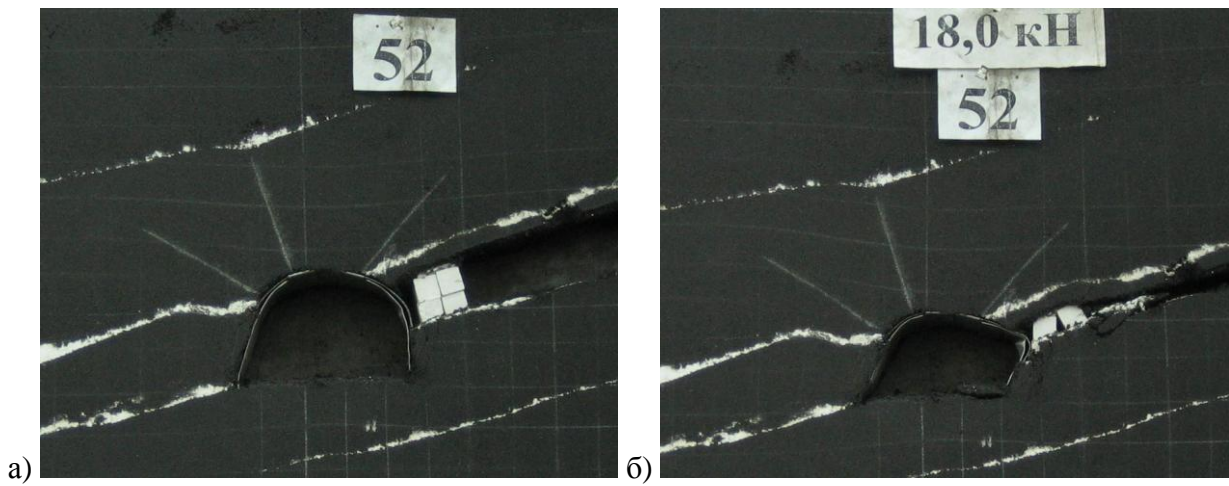


Рис. 2 – Начало (а) и конец (б) нагружения модели (вар. 2)

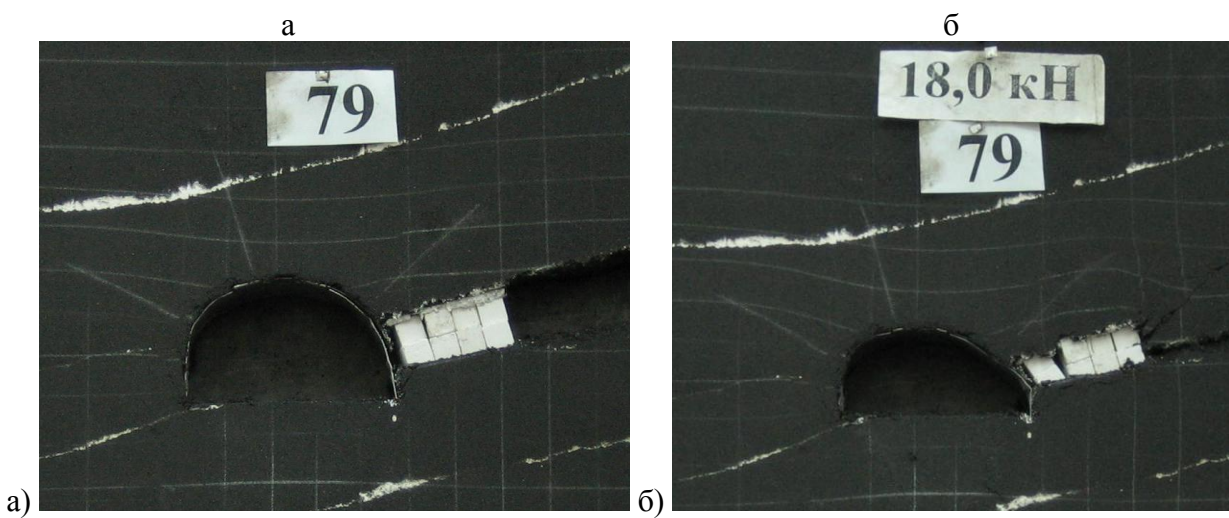


Рис. 3 – Начало (а) и конец (б) нагружения модели (вар. 5)

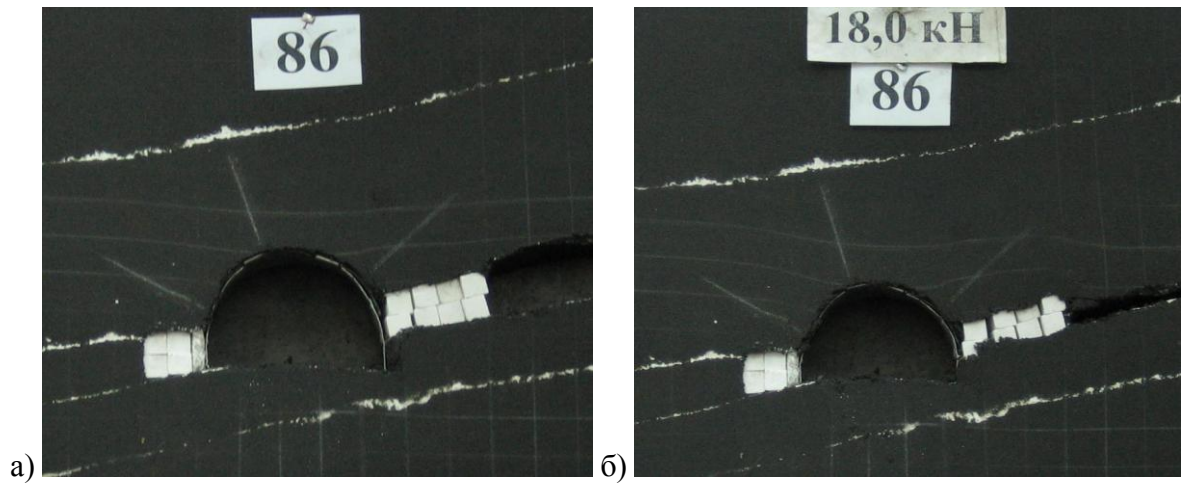


Рис. 4 – Начало (а) и конец (б) нагружения модели (вар. 8)

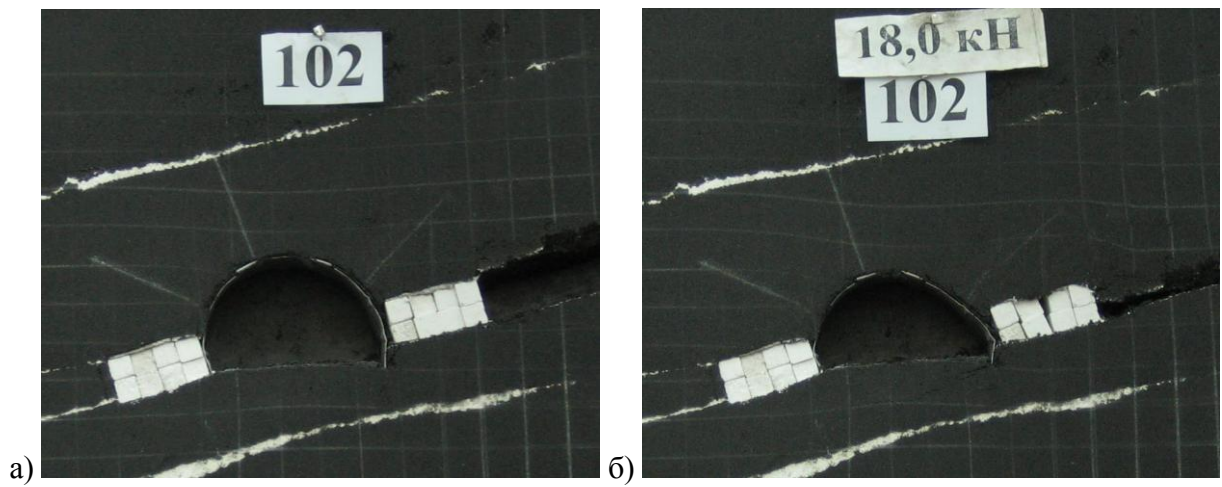


Рис. 5 – Начало (а) и конец (б) нагружения модели (вар. 10)

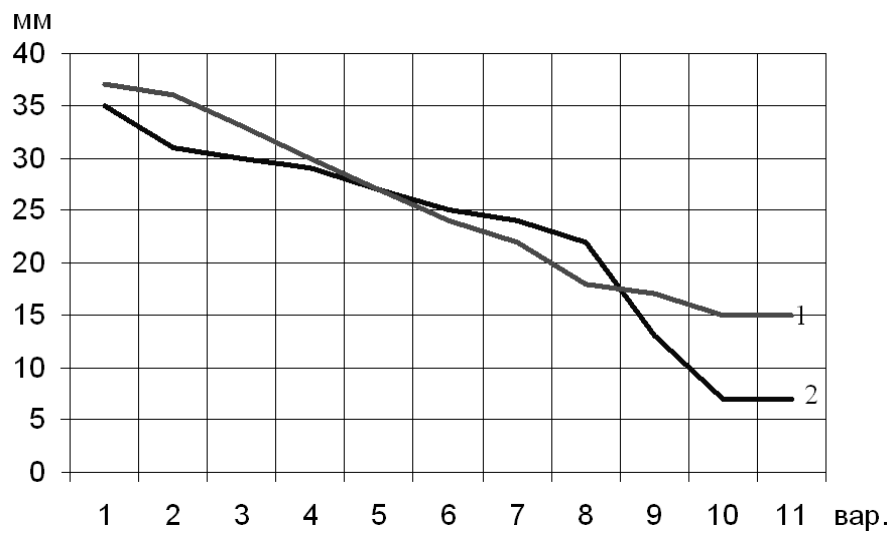


Рис. 6 – Зависимость изменения величины горизонтальной 1 и вертикальной 2 конвергенции от варианта



– параметры способа поддержания подготовительной выработки: арочная податливая крепь + дополнительно установлены: один анкер ( $l = 3$  м) со стороны массива на высоте 2 м от почвы под углом  $30^{\circ}$  к горизонтали; второй анкер со стороны лавы на высоте 3 м от почвы под углом  $45^{\circ}$  и третий в кровле со смещением от оси выработки в сторону массива на 0,5 м под углом  $15^{\circ}$  к вертикали, со стороны лавы и массива в раскосах установлены тумбы из железобетонных блоков шириной 2,5 м.

#### **Выводы.**

В условиях шахты “Шахтерская-Глубокая” представляется возможным обеспечить эксплуатационное состояние подготовительных выработок в зоне влияния лавы для повторного их использования при выполнении мероприятий, предложенных в данной работе.

Поскольку моделирование с помощью метода эквивалентных материалов дает качественную картину, то в дальнейшем, для получения количественных характеристик, следует выполнить математическое моделирование ситуаций, рассмотренных в данной работе, и провести шахтные испытания.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Черняк И.Л., Бурчаков Ю.И. управление горным давлением в подготовительных выработках глубоких шахт. – М.: Недра, 1984. – 304 с.
2. Повышение устойчивости подготовительных выработок угольных шахт / И.Ю. Заславский, В.Ф. Компанец, А.Г. Файвишенко, В.М. Клещенко / Под ред. И.Ю. Заславского. – М.: Недра, 1991. – 235 с.
3. Склярченко А.А., Поздняков М.А. Применение природного ангидрита для охраны выемочных штреков на шахтах Донбасса // Науковий вісник НГАУ. – 1999. – №5. – С. 56-60.
4. Кузнецов Н.Г. Экспериментальные методы исследования вопросов горного давления // Тр. совещания по управлению горным давлением. – М.: Углетехиздат, 1948. – С. 9-149.
5. Шашенко А.Н. Устойчивость подземных выработок в неоднородном породном массиве: Дисс... д-ра техн. наук: 05.15.04. – Днепропетровск, 1988. – 507 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. А.І. Шашенком 23.06.09*