

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАНАТНЫХ АНКЕРОВ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ШТРЕКОВ В УСЛОВИЯХ СЛАБЫХ БОКОВЫХ ПОРОД

Ю.М. Халимендик, А.В. Бруй, А.С. Барышников, Государственный ВУЗ «Национальный горный университет», Украина

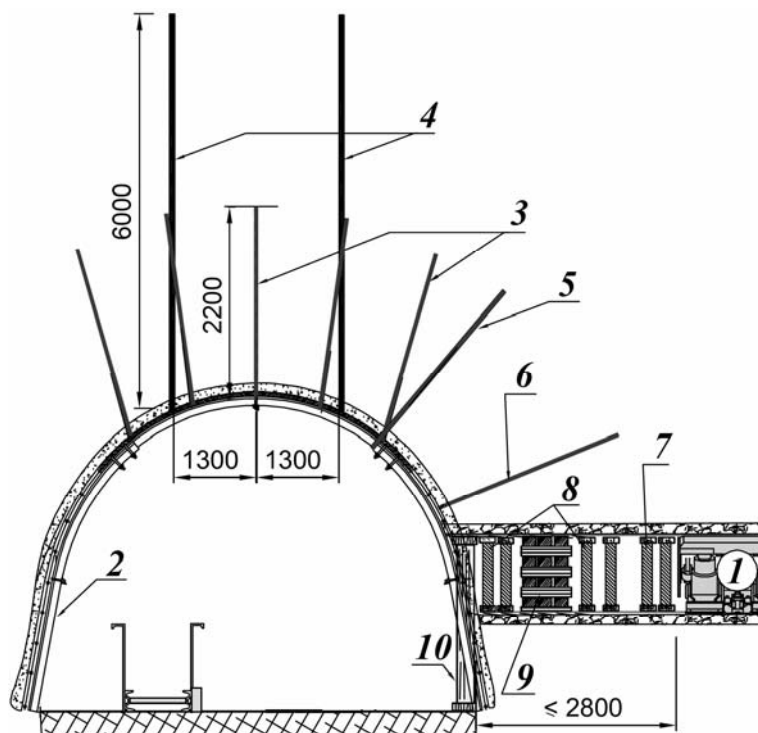
Мировой опыт показывает, что интенсификация добычи угля более всего обеспечивает повышение эффективности угледобывающего предприятия. Это направление является необходимым условием развития угольной промышленности Украины. Для увеличения темпов подвигания очистных забоев требуется использование схем прямоточного проветривания, что подразумевает сохранение выемочных штреков как до, так и после прохода лавы, а также эксплуатацию высокопроизводительных комплексов.

Увеличение сопротивления основной и вспомогательной крепи приводит к уменьшению конвергенции [1]. Наличие в кровле прочных пород и применение усиливающей крепи способствует сохранению штрека после прохода лавы. Согласно [2], в слабых боковых породах ($\sigma_{сж} < 25-30$ МПа), что характерно для шахт Западного Донбасса, поддержание выработок за очистным забоем не рекомендуется. Тем не менее, для указанных условий было выполнено большое количество исследований и разработана инструкция [3] поддержания выработок для зон временного опорного давления впереди лавы при скоростях подвигания лав до 150 м/мес. Согласно [3], усиление выработки впереди очистного забоя рекомендуется проводить стойками усиления, либо установкой промежуточных рам крепи. Считается, что использование специальной крепи сопряжения полностью механизмирует процесс крепления, способствует повышению безопасности и производительности работ [4]. При высоких скоростях подвигания очистного забоя (более 150 м/мес) такие меры являются малоэффективными из-за высокой трудоемкости работ, загромождения полезного сечения выработки.

Перспективным решением указанных проблем является исключение применения стоек усиления впереди лавы и механизированных крепей сопряжения посредством установки канатных анкеров. Канатные анкеры широко используются при сохранении штреков для повторного использования на пластах малой мощности в шахтах Кузбасса [5]. Использование канатных анкеров в условиях шахт Западного Донбасса с прочностью боковых пород до 25-30 МПа требовало предварительного опробования и геомеханического обоснования [6].

Статья посвящена опытно-промышленной эксплуатации способа усиления 165-го сборного штрека ПСП «Шахта «Степная» впереди очистного забоя 165-й лавы, который предусматривал замену штрековых механизированных крепей сопряжения и стоек усиления на канатные сталеполимерные анкера АК01.

165-й сборный штрек пройден с Восточного магистрального откаточного штрека гор. 300 м по падению угольного пласта С₆ на гор. 490 м, средний уклон 4°. Угольный пласт С₆ - простого строения, трещиноватый, сцепление с породами отсутствует, вынимаемая мощность – 1,04 м. Боковые породы представлены переслаивающимися алевролитами и аргиллитами с прочностью на одноосное сжатие до 25 МПа и со слабым сцеплением. Выработка была закреплена рамно-анкерной крепью КШПУ-17,7, шаг установки – 0,7 м. Кровля выработки усилена сталеполимерными анкерами с глубиной анкерования 2,2 м (5 шт. в ряду) под металлосеточный подхват. На расстоянии более 60-70 м впереди лавы производилась подрывка почвы, поднятие которой произошло еще на стадии проведения штрека. Поддержание 165-го сборного штрека в зоне опорного давления впереди лавы и на сопряжении производилось за счет двух рядов канатных сталеполимерных анкеров АК01 длиной 6,0 м с несущей способностью 210 кН (см. рис. 1). После прохода очистного забоя под раму устанавливались две деревянные ремонтинны.



- 1 – комплекс ДВТ;
- 2 – крепь КШПУ 17,7;
- 3 – штанговые сталеполимерные анкеры;
- 4 – канатные анкеры, установка спарено, с шагом 1,4 м;
- 5 – боковой анкер для поддержания верхняка;
- 6 – анкер для поддержания кровли;
- 7 – обрезной ряд;
- 8 – стойка в плоскости рамы;
- 9 – накатной костер;
- 10 – вертикальная боковая стойка между кровлей пласта и почвой выработки.

Рис. 1. Схема крепления и усиления 165-го сборного штрека

Для установления смещений пород 165-го сборного штрека на трех смежных участках были оборудованы наблюдательные станции. Процесс формирования зоны неупругих деформаций изучался с помощью глубинных реперов, заложенных с шагом 1,0 м в скважине диаметром 32 мм и глубиной до 9 м, пробуренной вертикально в кровлю на каждой станции.

Деформации породного массива для середин интервалов между глубинными реперами вычислялись по формуле:

$$\varepsilon_{n-(n+1)} = \frac{l_{n'-(n+1)}' - l_{n-(n+1)}}{l_{n-(n+1)}} \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

где: $l_{n-(n+1)}$ – расстояние между соседними реперами в момент заложения; $l_{n'-(n+1)}'$ – расстояние между соседними реперами после подвигания лавы.

На момент первого наблюдения наблюдательные станции находились на расстоянии 247 м от движущегося очистного забоя (средняя скорость подвигания около 7 м/сут). Всего выполнено 18 серий наблюдений со средней периодичностью в 3 дня.

С момента заложения и до подхода лавы на расстояние около 60 метров смещений исследуемых элементов не наблюдалось. Реакция системы «крепь-массив» на опорное давление впереди лавы началась на расстоянии 60 м (рис. 2).

Вертикальная конвергенция, м

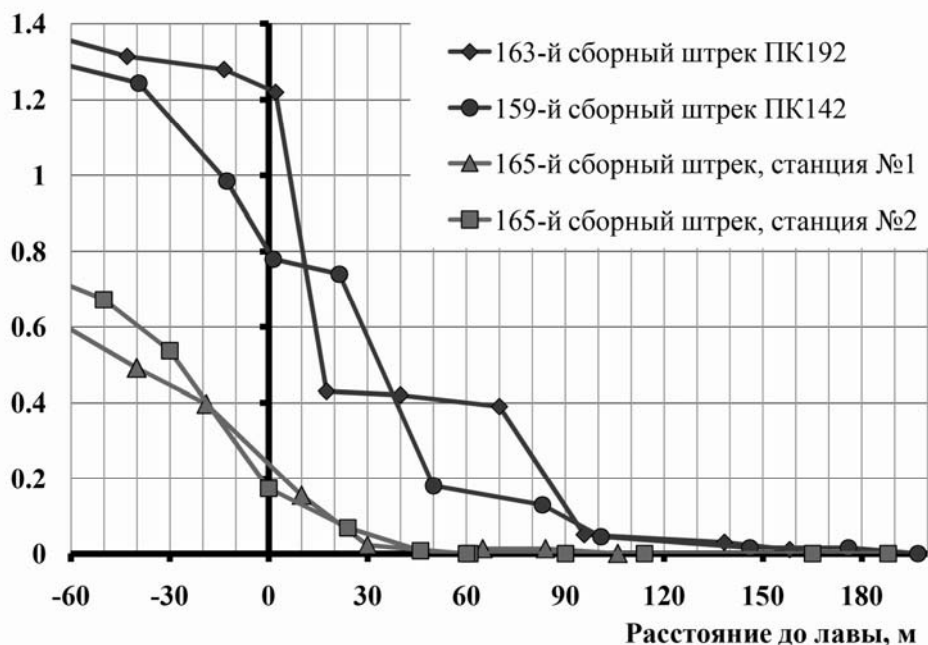
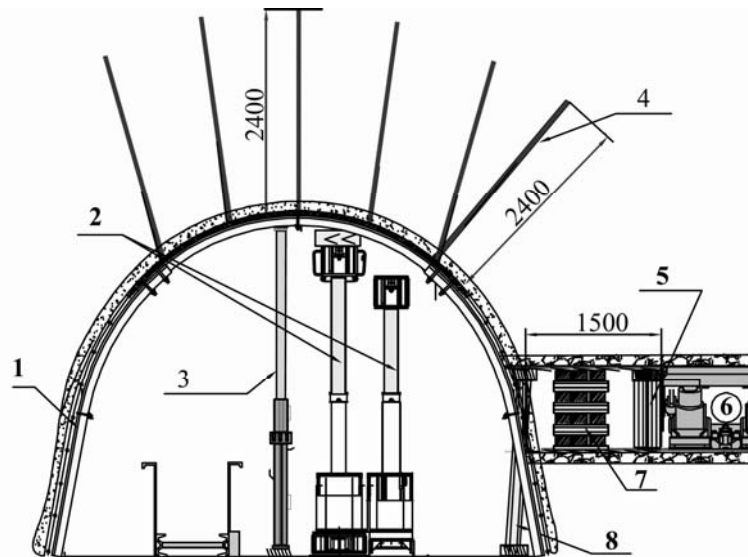


Рис. 2. Сравнительный график вертикальной конвергенции в штреках при различных схемах усиления

Из графиков видно, что суммарная вертикальная конвергенция штрека до подхода лавы и на сопряжении не превышает 0,2 м, причем основной составляющей (до 90%) являются смещения почвы. Очевидно, что способ усиления штрека канатными анкерами имеет значительное преимущество.

Ранее проводились исследования процесса конвергенции подготовительных выработок при отработке смежных 157 и 161 лав шахты «Степная». Максимальная скорость подвигания очистных забоев составляла до 120 м/мес. В 157 лаве выемка угля производилась комбайном МБ-410Е, а в 161-й – струговой установкой ДВТ. Выработки были закреплены рамно-анкерной крепью. Поддержание 159 и 163 сборного штреков в зоне опорного давления производилось установкой инвентарных гидравлических стоек СШ-2, сопряжение штреков с лавой производилось при помощи двухрядной крепи-сопряжения УКС и рядом стоек СШ-2, устанавливаемых под металлический прогон (рис. 3).

Проявление опорного давления начиналось в 125 м впереди лав. Несмотря на выполняемые меры по поддержанию, зафиксированы значительные потери сечения, которые еще до подхода очистного забоя составили 0,4-0,8 м, а на сопряжении – до 1,2 м (рис. 2). После прохода лавы вертикальная конвергенция составляла 1,2-1,4 м, т. е. потери сечения составили около 50%. Очевидно, что «классические» меры по поддержанию штреков, диктуемые нормативными документами, исчерпали себя.



- 1 – крепь КШПУ 17,7;
- 2 – крепь сопряжения УКС;
- 3 – стойка трения СШ-2;
- 4 – боковой анкер для поддержания верхняка;
- 5 – обрезной ряд;
- 6 – очистной комплекс;
- 7 – накатной костер;
- 8 – боковая стойка между кровлей пласта и почвой выработки.

Рис. 3. Схема крепления и усиления 159-го сборного штрека

Анализ вертикальных деформаций пород кровли 165-го сборного штрека показал, что до подхода очистного забоя деформации массива в заанкереной зоне составили до 11 мм/м, что не превышает предела упругого деформирования анкеров (рис. 4,а). После прохода очистного забоя сталеполлимерные анкера попали в зону расслоения пород, и произошел отрыв породной пачки на высоту около 4 м (рис. 4,б).

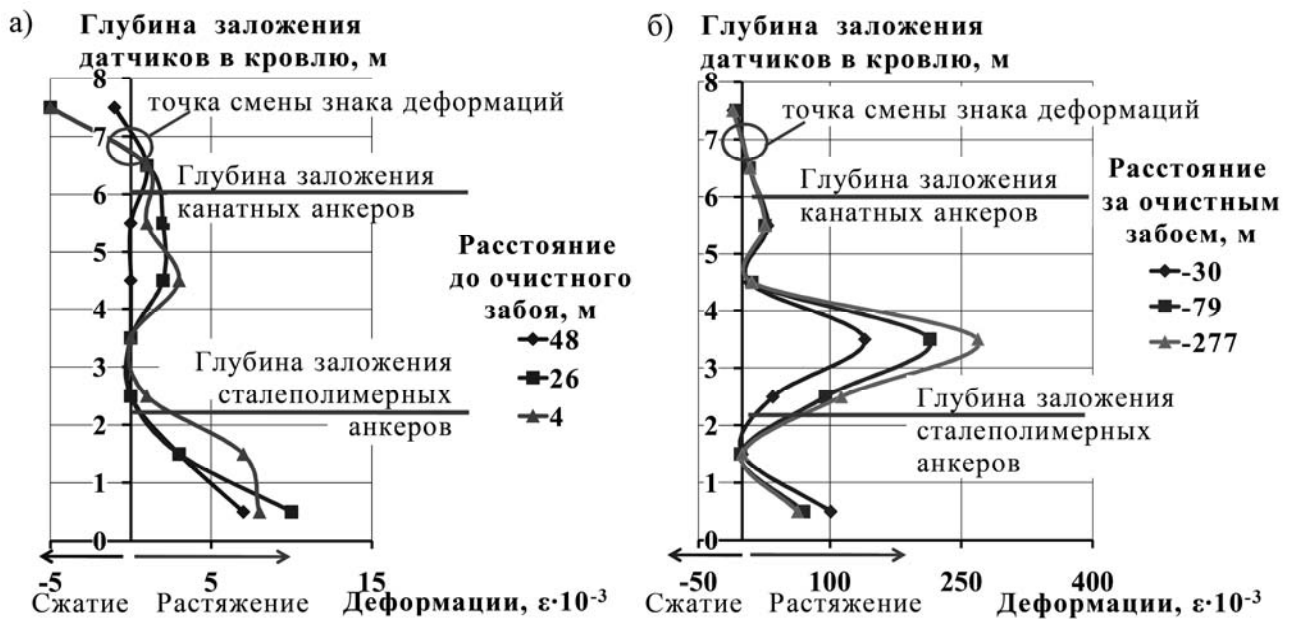


Рис. 4. Деформации пород кровли до очистного забоя (а) и после его прохода (б)

При этом установлены две зоны: растяжения до глубины 7,0 м и сжатия выше 7,0 м, что указывает на наличие нейтрального слоя, который менее всего подвержен деформациям. При

этом нейтральный слой (точка смены знака деформаций) сохраняет свое положение на глубине 7,0 м независимо от положения очистного забоя лавы (рис. 4). Репер, заложенный на глубине 7,0 м, не изменил своего положения относительно наиболее глубокого, принятого за исходный при определении смещений глубинных реперов.

После прохода очистного забоя, при использовании только наблюдений за смещениями глубинных реперов, установлено, что в кровле выработки формируется зона неупругих деформаций на высоту до 6 м, далее никаких значительных смещений не зафиксировано (рис. 5).

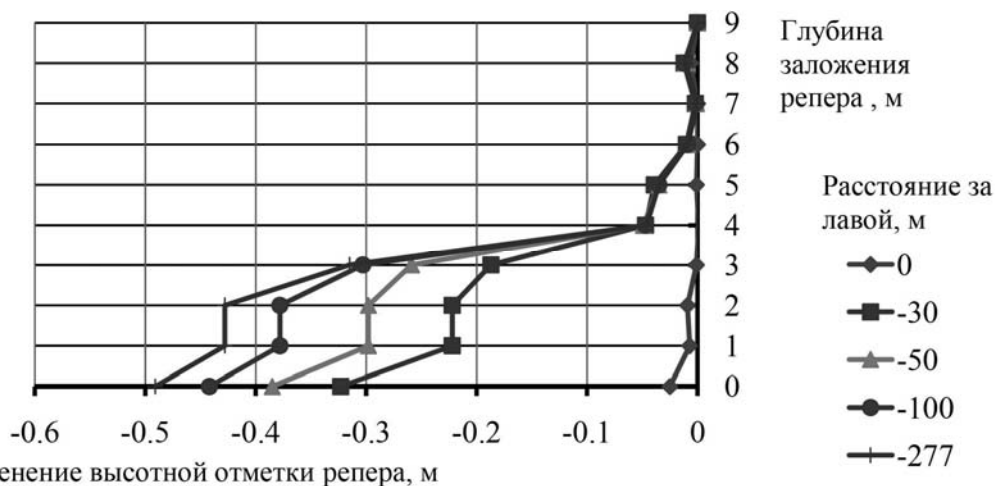


Рис. 5. Опускания глубинных реперов после прохода лавы без использования результатов нивелирования

Совместное использование геометрического нивелирования и наблюдений за смещениями глубинных реперов позволило установить равномерное опускание глубинных реперов выше 6,0 м на величину 0,2 м после прохода лавы (рис. 6).

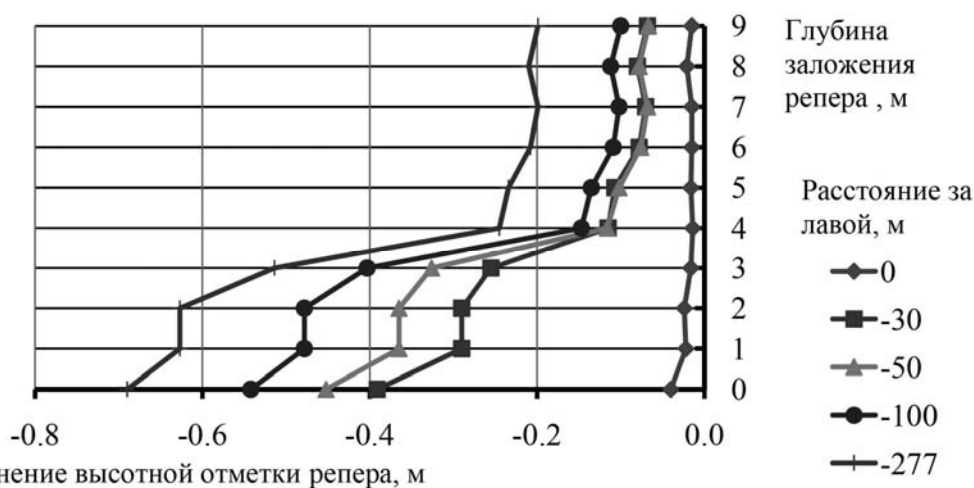


Рис. 6. Опускания глубинных реперов после прохода лавы с использованием результатов геометрического нивелирования

Очевидно, что результаты нивелирования глубинных реперов на наблюдательных станциях дают возможность дополнительно утверждать, что толща пород в условиях шахты «Степная» на высоте 6-9 м от кровли выработки подвержена равномерному опусканию. При этом опускаются как слои пород кровли, подверженные сжатию, так и нейтральный слой. Приведенная количественная оценка величин деформации системы «крепь-массив» в зонах влияния очистных работ позволяет более эффективно конструировать элементы крепи. Создавая систему крепления, которая с одной стороны обеспечивает податливость на величину опускания пород основной кровли, а с другой стороны препятствует развитию зоны неупругих

деформаций приконтурной зоны выработки можно сохранить выемочную выработку с минимальными потерями сечения.

Выводы

1. Впервые в условиях слабых боковых пород Западного Донбасса произведено усиление выемочного штрека впереди очистного забоя канатными анкерами, что позволило сохранить сечение на сопряжении с лавой. Отказ от использования стоек усиления впереди лавы и механизированной крепи на сопряжении позволил снизить трудоемкость работ, уменьшить затраты времени на концевые операции, увеличить свободное пространство в штреке и на сопряжении с лавой. Это обеспечило эффективную эксплуатацию стругового комплекса ДВТ с подвиганием очистного забоя со скоростью 200 м/мес.

2. Установлены следующие закономерности деформирования массива пород кровли выработки:

- в зоне опорного давления впереди лавы массив пород над выработкой в целом опускается с наличием зон сжатия и растяжения породных слоев. Канатные анкера работают в режиме упругих деформаций;

- на глубине 7,0 м зафиксирована точка смены знака деформаций (нейтральный слой), которая сохраняет свое положение независимо от положения очистного забоя, что позволяет обосновать необходимую длину канатных анкеров для их эффективного закрепления вне зоны растяжений.

- после прохода очистного забоя вся толща пород выше 6 м подвержена равномерному опусканию на величину до 200 мм, что позволяет проектировать крепление выемочных выработок с заданным отпором, обеспечивающим обоснованную величину податливости.

Список литературы

1. Черняк И. Л., Петренко С. А. О повторном использовании подготовительных выработок. // Уголь Украины. – 1976. – №3.

2. СОУ 10.1.00185790.011:2007. Підготовчі виробки на пологих пластах. Вибір кріплення, способів і засобів охорони. Мінвуглепром України. – К., 2007. – 113 с.

3. Инструкция по поддержанию горных выработок Западного Донбасса. – СПб – Павлоград, 1994. – 95 с.

4. Широков А.П., Лидер В. А., Петров А. И. Крепление сопряжений лав. М. Недра – 1987 г. – 192 с.

5. Разумов Е. А., Гречишкин П. В., Самок А. В., Позолотин А. С. Опыт применения канатных анкеров для сохранения и повторного использования штреков угольных шахт // Уголь. – 2012. – № 6.

6. Халимендик Ю. М. Обеспечение повторного использования участковых выработок // Уголь Украины. – 2011. – № 4.