

УДК 622.281.74

С. А. ВОРОНИН, А. В. ЕФРЕМОВ, В. В. ПАНЧЕНКО, инженеры
(ПАО «ДТЭК Павлоградуголь»)

Ю. М. ХАЛИМЕНДИК, доктор техн. наук, А. В. БРУЙ, канд. техн. наук, А. С. БАРЫШНИКОВ, инж.
(Национальный горный университет)

Использование канатных анкеров в слабых породах

Представлены результаты применения опытной схемы усиления подготовительной выработки впереди очистного забоя и на сопряжении с помощью канатных анкеров в условиях слабых боковых пород шахт Западного Донбасса. Приведены результаты натурных наблюдений. Выполнено сравнение эффективности классических способов усиления с опытным. Показаны преимущества применения канатных анкеров при струговой выемке угля. Установлено наличие и параметры зон сжатия и растяжения в кровле выработки с учетом влияния лавы.

Интенсификация добычи угля – необходимое условие развития угольной промышленности Украины. Мировой опыт показывает, что именно эта тенденция более всего обеспечивает эффективность работы угледобывающего предприятия. Возрастание темпов продвижения очистных забоев требует использования схем прямого проветривания, а значит и сохранения выемочных штреков после прохода лавы, чему способствуют наличие в кровле прочных пород и применение усиливающей крепи. Повышение сопротивления основной и вспомогательной крепи приводит к уменьшению конвергенции [1]. В слабых боковых породах ($\sigma_{сж} < 30$ МПа) поддержание выработок за очистным забоем не рекомендуется [2]. В шахтах Западного Донбасса выполнены исследования поддержания выработок для зон временного опорного давления впереди лавы при скоростях продвижения лав до 150 м/мес [3]. Усиление выработки впереди очистного забоя рекомендуется проводить стойками усиления либо установкой промежуточных рам крепи [3]. Считается, что

с помощью специальной крепи сопряжения можно полностью механизировать процесс крепления сопряжения, повысить безопасность и производительность работ [4]. Однако при высоких скоростях продвижения очистного забоя (более 150 м/мес) такие меры малоэффективны из-за высокой трудоемкости работ, zagrożения площади полезного сечения выработки.

Ранее проводились исследования процесса конвергенции подготовительных выработок при отработке смежных 157-й и 161-й лав шахты «Степная». Максимальная скорость продвижения очистных забоев составляла до 120 м/мес. В 157-й лаве выемка угля производилась комбайном МБ-410Е, а в 161-й – струговой установкой ДВТ. Выработки были закреплены рамно-анкерной крепью. Для поддержания в зоне опорного давления 159-го и 163-го сборных штреков устанавливали инвентарные гидравлические стойки СШ-2, сопряжение штреков с лавой усиливалось с помощью двухрядной крепи-сопряжения УКС и стоек СШ-2, устанавливаемых под металлический прогон. Опорное давление про-

являлось в 125 м впереди лав. Несмотря на меры по поддержанию, зафиксированные значительные потери площади сечения еще до подхода очистного забоя составили 0,4 – 0,8 м, а на сопряжении – до 1,2 м. После прохода лавы вертикальная конвергенция составляла 1,2 – 1,4 м, т. е. потери площади сечения – около 50 %.

Очевидно, что «классические» меры по поддержанию штреков, диктуемые нормативными документами, исчерпали себя.

Перспективным решением указанных проблем представляется замена стоек усиления впереди лавы и механизированных крепей сопряжения канатными анкерами. Канатные анкера широко используются при сохранении штреков для повторного использования на пластах малой мощности в шахтах Кузбасса [5]. Применение канатных анкеров в условиях шахт Западного Донбасса с прочностью боковых пород до 25 МПа требовало предварительного опробования и геомеханического обоснования [6].

Рассмотрим опытно-промышленную эксплуатацию способа

усиления 165-го сборного штрека ПСП «Шахта «Степная» впереди очистного забоя 163-й лавы, который предусматривал замену штрековых механизированных крепей сопряжения и стоек усиления канатными сталеполимерными анкерами АК01.

Сборный 165-й штрек пройден с Восточного магистрального откаточного штрека горизонта 300 м по падению угольного пласта c_6 на горизонт 490 м, средний уклон 4° . Угольный пласт c_6 – 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, сцепление слабое.

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 металлический подхват. На расстоянии около 70 м впереди лавы подрывалась почва, поднятие которой произошло 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 м с несущей способностью 210 кН (рис. 1). После прохода очистного за-

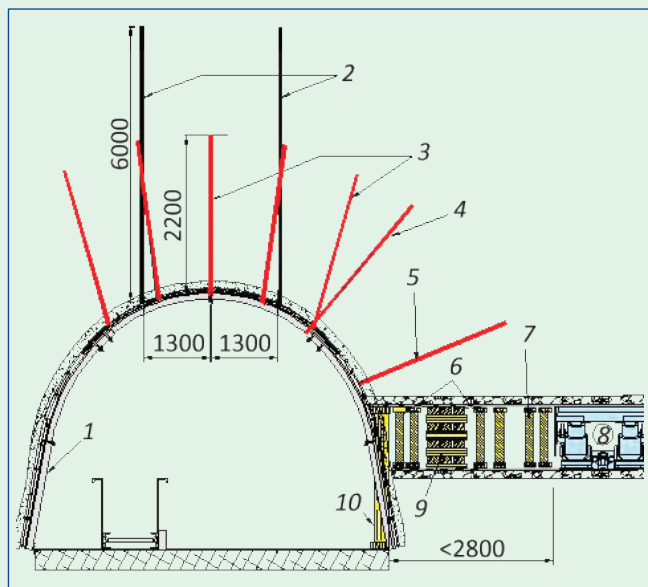


Рис. 1. Паспорт крепления 165-го сборного штрека: 1 – крепь КШПУ 17,7; 2 – канатные анкера устанавливаются спарено с шагом 1,4 м; 3 – штанговые сталеполимерные анкера; 4 – боковой анкер для поддержания верхняка; 5 – анкер для поддержания кровли; 6 – стойка в плоскости рамы; 7 – обрезной ряд; 8 – комплекс DVT; 9 – накатный костер; 10 – боковая стойка диаметром 180 – 200 мм.

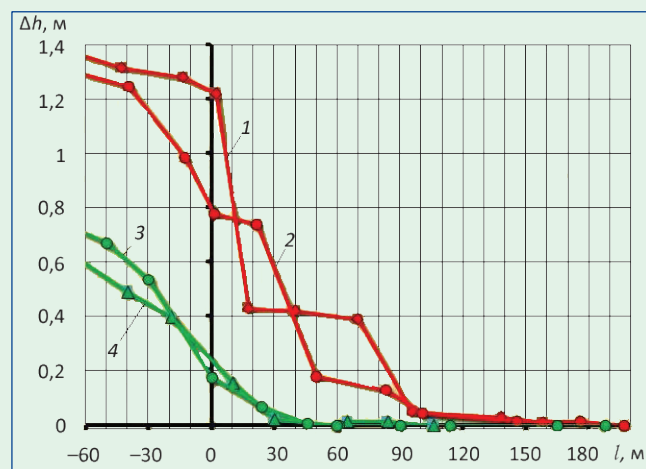


Рис. 2. Зависимость вертикальной конвергенции Δh от расстояния до лавы l в штреках при различных схемах усиления: 1 – 163-й сборный штрек, ПК192; 2 – 159-й сборный штрек, ПК142; 3 – 165-й сборный штрек, станция № 2; 4 – 165-й сборный штрек, станция № 1.

боя под раму устанавливались две деревянные ремонтинь.

Для определения смещений пород 165-го сборного штрека на трех смежных участках были оборудованы наблюдательные станции. Формирование зоны неупругих деформаций изучали с помощью глубинных реперов, заложенных с шагом 1 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 вычисляли по формуле

$$\varepsilon_{n-(n+1)} = \left[\frac{l_{n'-(n+1)} - l_{n-(n+1)}}{l_{n-(n+1)}} \right] 10^{-3},$$

где $l_{n-(n+1)}$, $l_{n'-(n+1)}$ – расстояния между соседними реперами в момент заложения и после подвигания лавы, мм.

Во время первого наблюдения 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 один раз в три дня.

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

Из рис. 2 видно, что вертикальная конвергенция штрека до подхода лавы и на сопряжении не превышает 0,2 м, причем основной составляющей

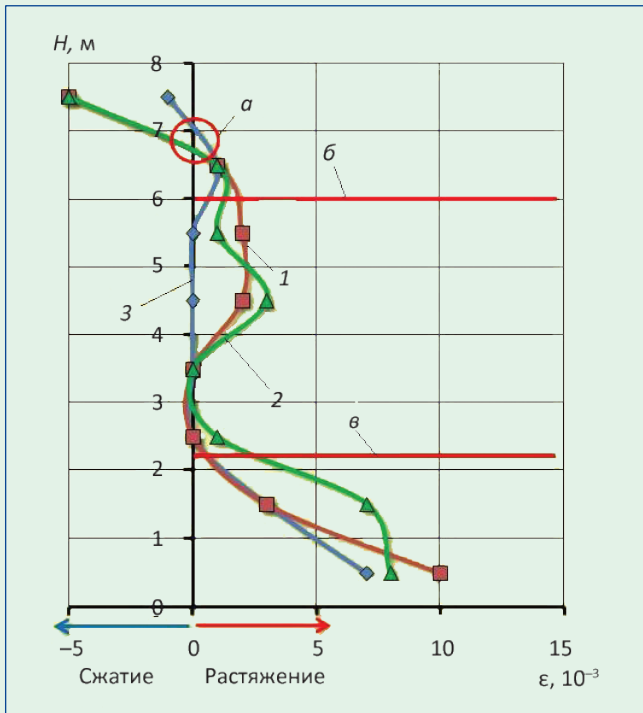


Рис. 3. Деформации пород кровли при расстоянии до очистного забоя: 1 – 26 м; 2 – 4 м; 3 – 48 м; а – точка смены знака деформации; б – глубина заложения канатных анкеров; в – глубина заложения сталеполимерных анкеров; H – глубина заложения датчиков в кровлю.

(до 90 %) являются смещения почвы. Очевидно, что способ усиления штрека канатными анкерами имеет значительное преимущество.

Анализ вертикальных деформаций пород кровли показал, что до подхода очистного забоя деформации массива в заанкерванной зоне составили до 11 мм/м, что не превышает предела упругого деформирования анкеров (рис. 3).

При этом установлены две зоны: растяжения до глубины 7 м и сжатия выше 7 м, что указывает на наличие нейтрального слоя, который менее всего подвержен деформациям. Нейтральный слой (точка смены знака деформаций) сохраняет свое поло-

жение на глубине 7 м независимо от положения очистного забоя лавы (см. рис. 3). При определении смещений глубинных реперов репер, заложённый на глубине 7 м, не изменил своего положения относительно наиболее глубокого, принятого за исходный.

Выводы. Впервые в условиях слабых боковых пород Западного Донбасса выполнено усиление выемочного штрека канатными анкерами впереди очистного забоя, что дало возможность сохранить площадь сечения 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 DBT с подвиганием очистного забоя со скоростью 200 м/мес.

В зоне опорного давления впереди лавы массив пород над выработкой деформируется с возникновением зон сжатия и растяжения породных слоев с расположением нейтрального слоя на высоте 7 м от кровли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черняк И. Л. О повторном использовании подготовительных выработок / И. Л. Черняк, С. А. Петренко // Уголь Украины. – 1976. – № 3. – С. 34 – 35.
2. Підготовчі виробки на пологих пластах. Вибір кріплення, способів і засобів охорони: СОУ 10.1.00185790.011:2007. – К.: Мінвуглепром України, 2007. – 113 с.
3. Інструкція по піддержанню горних виробок Западного Донбасса. – СПб.–Павлоград, 1994. – 95 с.
4. Широков А. П. Крепление сопряжений лав / А. П. Широков, В. А. Лидер, А. И. Петров. – М.: Недра, 1987. – 192 с.
5. Разумов Е. А. Опыт применения канатных анкеров для сохранения и повторного использования штреков угольных шахт / Е. А. Разумов, П. В. Гречишкин, А. В. Самок, А. С. Позолотин // Уголь. – 2012. – № 6. – С. 26 – 27.
6. Халимендик Ю. М. Обеспечение повторного использования участков выработок / Ю. М. Халимендик // Уголь Украины. – 2011. – № 4. – С. 51 – 54.