

СОЛОВЬЕВ Г. И., КАСЬЯНЕНКО А. В.
(ДонНТУ)

КОМБИНИРОВАННЫЕ СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ШАХТ ДОНБАССА

Запропоновано нову концепцію забезпечення стійкості підготовчих виробок глибоких шахт

Опыт работы очистных забоев глубоких шахт показывает, что применяемые средства крепления и способы охраны подготовительных выработок не обеспечивают их устойчивость в зоне интенсивного влияния очистных работ [1, 2]. Это приводит к необходимости выполнения значительных объемов работ по ремонту и перекреплению выемочных выработок из-за больших смещений их породного контура.

На ряде шахт Донбасса успешно используется комбинированный способ поддержания подготовительных выработок в зоне влияния очистных работ при применении анкерно-арочной крепи в сочетании с жесткими литыми полосами из цементно-минеральных смесей [3-5]. Опыт отработки угольных пластов средней мощности (1,8 — 2,2 м) на шахте «Красноармейская-Западная № 1» показывает, что для своевременной подготовки очистных забоев, имеющих суточную добычу угля из лавы 3000-4000 т/сут., необходимо обеспечить повторное использование бывших конвейерных выработок в качестве вентиляционных. Для этого конвейерные штреки охранялись литыми полосами шириной 1,4 м из цементного раствора, подаваемого насосом в пластиковые оболочки из химического волокна, которые по бокам усиливались металлической сетчатой затяжкой и деревянной органной крепью.

Для обеспечения устойчивости пород кровли устанавливалась система из 13 радиальных сталеполимерных анкеров длиной по 2,9 м, которые равномерно располагались по периметру выработки и наклонялись навстречу лаве на 10-15° от вертикали. Установка анкеров производилась в 2 этапа: вначале, в проходческом забое устанавливались 5 симметрично расположенных анкеров, а затем, на расстоянии 100-120 м перед очистным забоем, дополнительно устанавливались 8 анкеров между ранее установленными. Причем, боковые анкеры по концам верхняка устанавливались спарено и соединялись между собой криволинейными планками-подхватами для обеспечения возможности снятия ножек арочной крепи и фиксации ее верхняка на сопряжении лавы при передвижке привода конвейера.

Опыт применения литой полосы показал, что потери поперечного сечения выработки после прохода первой лавы составили 20-40 % от проектного, а стоимость возведения 1 м полосы равнялась 150 — 200 грн/м. Стоимость

13 сталеполимерных анкеров при шаге установки 0,8 м на шахте «Красноармейская-Западная № 1» составила 1380 грн/м.

Применение химических анкеров для упрочнения пород непосредственной кровли является достаточно эффективным способом обеспечения устойчивости выемочных выработок. Однако стоимость этого способа достаточно высока. На шахте «Красноармейская-Западная № 1», при стоимости одного анкера 16-18 грн/шт. и стоимости его установки – 65 – 70 грн/шт., общие затраты на установку системы из 13 химических анкеров при шаге крепи 0,8 м составили $(17 + 68) \cdot 1,25 \cdot 13 = 1380$ грн/м. Таким образом, затраты по анкерования в 7-11 раз превысили стоимость возведения литой полосы.

По моему мнению, в зоне влияния очистных работ обеспечение устойчивости подготовительных выработок глубоких шахт возможно при использовании рациональной комбинации новых и существующих эффективных способов охраны и средств поддержания выработок. Например, исследования особенностей механизма взаимодействия анкеров с боковыми породами и геометрии их расположения позволили создать в кровле выработки несущую породно-анкерную конструкцию, в которой металлические стержни химических анкеров выполняют роль армирующих элементов [5-7].

Для определения рациональных параметров поддержания выемочных выработок глубоких шахт в зоне влияния очистных работ при сплошной системе разработки на шахте им. М. И. Калинина в конвейерном штреке 2-й западной лавы пласта h_{10} проводилась опытно-промышленная проверка продольно-жесткой крепи усиления (рис. 1). Пласт h_{10} «Ливенский» мощностью 1,14–1,3 м и углом падения 20-23° обрабатывался на глубине 1180 м.



Рис. 1 Схема горных выработок 2-й западной лавы пласта h_{10} «Ливенский» шахты им. М. И. Калинина

Конвейерный штрек был закреплен пятизвенной арочной податливой крепью (АП-5/13,8) из спецпрофиля СВП-27 с шагом установки рам крепи 0,5 м (рис. 2, 3).

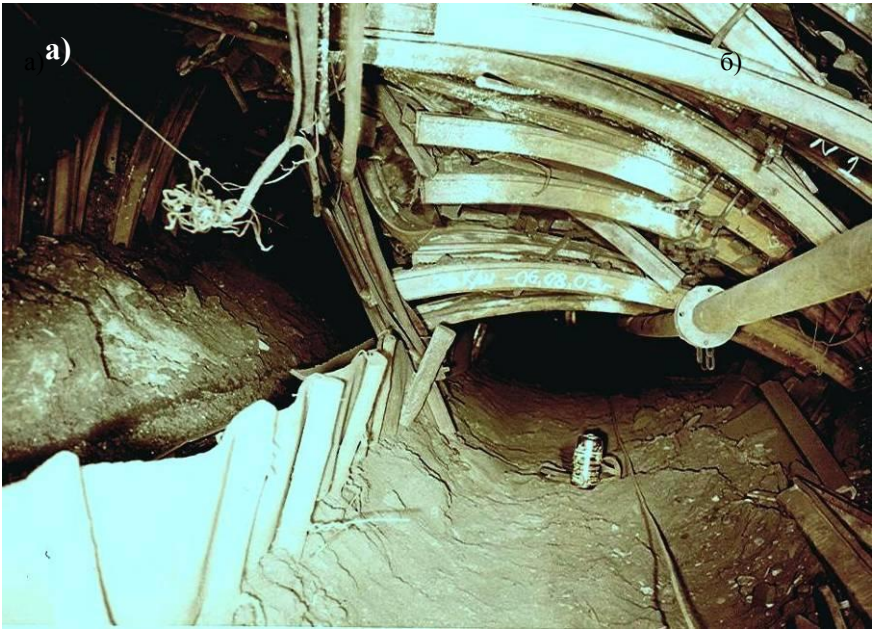


Рис. 2 Состояние крепи конвейерного штрека без крепи усиления на расстоянии 120 (а) и 230 м (б) от лавы



Рис. 3 Состояние крепи конвейерного штрека при 2-х симметричных (а) и асимметричных продольных балках соответственно на расстоянии 120 и 230 м от лавы

На первом этапе опытно-промышленной проверки применялась однобалочная крепь продольно-жесткого усиления на участке штрека длиной 80 м. Крепь усиления представляла собой длинную балку из отрезков прямолинейного спецпрофиля СВП-27 длиной по 4м, которые соединялись внахлест на 0,5 м двумя хомутами. Балка подвешивалась на 2-х специальных крючьях с планками и гайками по центру каждого верхняка крепи.

На втором этапе для предотвращения интенсивных боковых смещений контура выработки со стороны напластования пород в штреке была установлена двухбалочная усиливающая крепь с симметричным расположением балок по верхняку на расстоянии 1,8 м друг от друга.

Применение двухбалочной усиливающей крепи (рис. 2) позволило более эффективно использовать периметр арочной крепи за счет пространственной консолидации комплектов крепи и создания жесткой каркасной конструкции.

В результате анализа визуальных и инструментальных наблюдений было установлено, что максимальные проявления горного давления наблюдаются по напластованию пород кровли (рис. 2, а). При этом в процессе деформирования породного контура происходило образование локальных зон повышенного давления, в которых фокусировались повышенные нагрузки на отдельные элементы крепи и формировались породные складки (рис. 2, б). Разуплотнение породных отдельностей происходило за счет расслаивания и растрескивания слоев кровли и боков на контуре выработки.

Поэтому на третьем этапе исследований, для повышения качества работы жестко-продольной крепи усиления, расположение балок по профилю верхняка было изменено таким образом, что одна балка была размещена по центру верхняка, а вторая – на 0,2 м выше замка арочной крепи — по линии действия максимальной нагрузки со стороны напластования пород кровли (рис. 3, б).

Применение жестко-продольной усиливающей крепи позволило консолидировать условия работы разрозненных рам основной крепи за счет перераспределения повышенной и неравномерной нагрузки между перегруженными и недогруженными комплектами арочной крепи. При этом наличие жестко-продольной усиливающей связи создало предпосылки для образования в кровле пласта и в боку выработки локальных грузонесущих зон, препятствующих развитию процесса складкообразования (рис. 2, б).

На рис. 4 представлены результаты инструментальных наблюдений за смещениями боковых пород без применения и при наличии крепи усиления. Из приведенных графиков видно, что применение одинарной продольно-жесткой усиливающей крепи позволяет снизить в 1,7-1,8 раза смещения пород кровли и 1,3 – 1,4 раза уменьшает смещения боков выработки. Кроме того, при опережении лавы транспортным штреком на 45-50 м в подготовительной выработке перед очистным забоем формируется зона опорного давления, наличие которой приводит к интенсивными смещениями породного контура.

Вертикальные смещения без крепи усиления в створе с лавой составляют 3,0 м, а горизонтальные – 1,5 м, а на расстоянии 100 за лавой – соответственно 5,75 и 3,2 м.

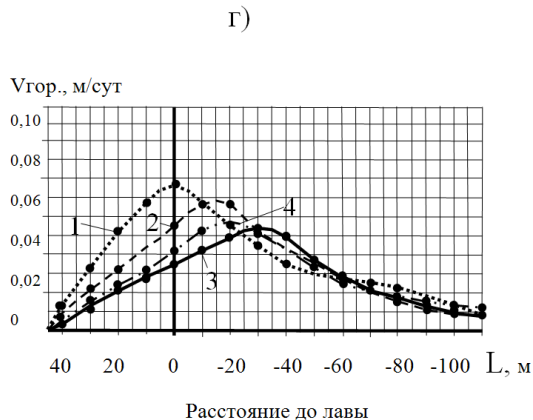
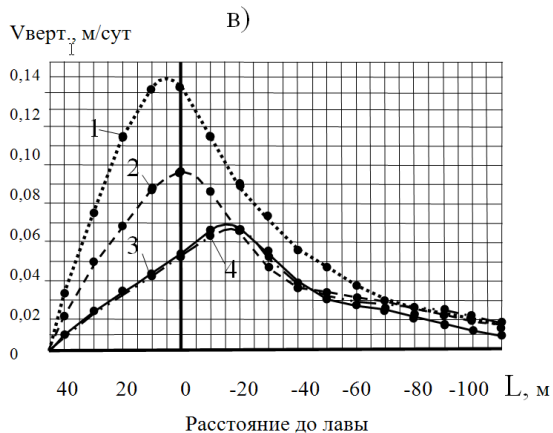
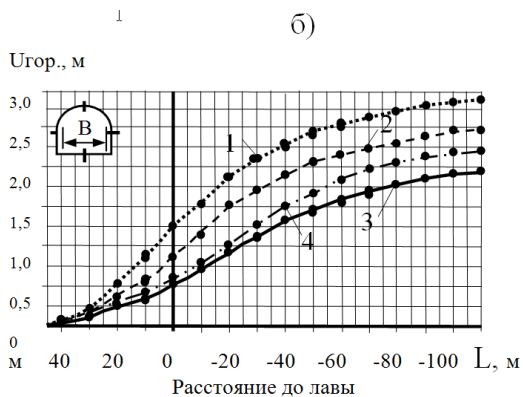
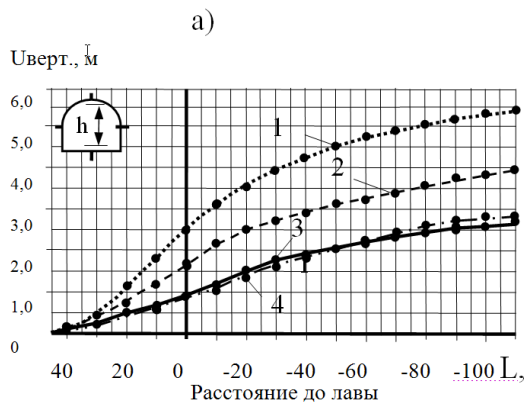


Рис. 4. График зависимости вертикальных (а) и горизонтальных (б) смещений и соответственно (в) и (г) скоростей смещений породного контура конвейерного штрека 2-й западной лавы пласта h_{10} :

1 – на контрольном участке без продольно-балочной крепи усиления;

2 – на первом экспериментальном участке при использовании одной центральной балки из СВП-27;

3 и 4 – на втором и третьем экспериментальных участках соответственно при двух симметричных и двух асимметричных балках и опережении лавы забоем конвейерного штрека на 45 м

При одной продольной балке вертикальные и горизонтальные смещения в створе с лавой были снижены соответственно на 0,8 и 0,4 м по сравнению с контрольным участком, а при 2-х балках — на 1,6 и 0,75 м. На расстоянии 100 м за лавой, аналогичные разности этих смещений при одной и двух балках составили соответственно 1,5/0,65 м и 2,75/0,98 м.

Эффективность применения жесткой связи комплектов арочной крепи можно объяснить изменением механизма взаимодействия основной крепи выработки с породными отдельностями приконтурной части непосредственной кровли. Физическая модель этого взаимодействия заключается в перераспределении поддерживающего ресурса между недогруженными и перегруженными комплектами крепи. При этом, над балками вдоль выработки образуются грузонесущие своды из породных отдельностей непосредственной кровли.

В отличие от обычной крепи продольно-жесткая усиливающая крепь не допускает значительных смещений отдельных элементов крепи, поддерживая просевшие арки за счет жесткого продольного стержня — балки. Поэтому при достижении критических нагрузок в элементах крепи происходят лишь минимальные смещения, равные изгибным деформациям продольного стержня.

Таким образом, в результате анализа эффективности различных способов обеспечения устойчивости выемочных выработок глубоких шахт в зоне влияния очистных работ, следует признать рациональным использование для этой цели комбинированного способа охраны выработки. Для этого вслед за лавой вдоль выработки возводится жесткая литая полоса из цементно-минерального раствора, а в проходческом забое в кровле пласта радиально устанавливаются 3 сталеполлимерных анкерами в сочетании с двумя продольными балками из СВП-27 (рис. 5).

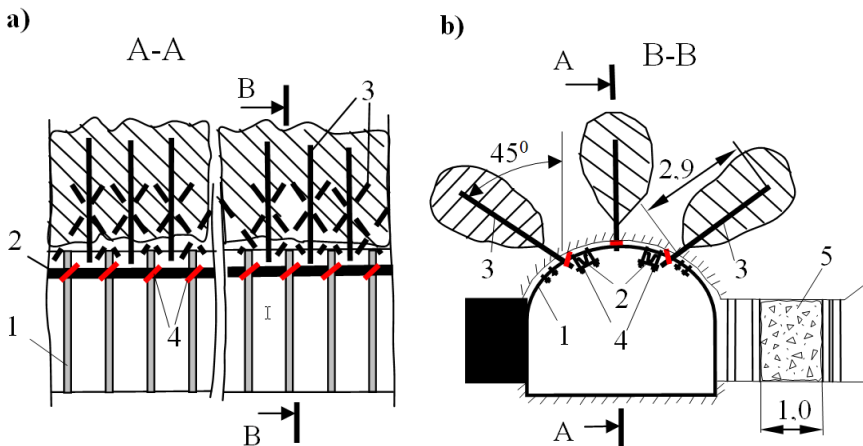


Рис. 5 Комбинированный способ обеспечения устойчивости подготовительной выработки: 1 арочная крепь; 2 – продольная балка из СВП-27; 3 – сталеполлимерный анкер; 4 – элементы крепления балки к верхняку крепи; 5 – литая полоса из цементно-полимерной смеси в пластиковой оболочке

Успешный опыт использования комбинированных способов охраны и средств поддержания интенсивно деформирующихся подготовительных выработок на шахтах «Южнодонбасская № 3» и «Красноармейская-Западная № 1» позволяет сделать вывод о возможности их применения в глубоких шахтах Донбасса. Сочетание продольно-балочной крепи усиления с литой полосой и анкерованием кровли пласта обеспечит снижение затрат на установку системы химических анкеров и позволит консолидировать комплекты арочной крепи по длине выемочного поля при поддержании подготовительной выработки на различных участках влияния очистных работ.

Библиографический список:

1. Якоби О. Практика управления горным давлением. Пер. с нем. – М.: Недра, 1987. – 566с.
2. Литвинский Г. Г., Гайко Г. И., Кулдыркаев М. И. Стальные рамные крепи горных выработок. – К.: Техніка, 1999. – 216с.
3. Байсаров Л. В., Демченко А. И., Ильяшов М. А. Охрана штреков литыми полосами при разработке пологих пластов средней мощности // Уголь Украины. – 2001. — № 9. – С.3-6.
4. Байсаров Л. В. Ресурсосберегающая технология крепления и производства работ по возведению литых полос при поддержании конвейерных штреков // Геотехническая механика: Сб. науч. тр. ИГТМ НАНУ. – Днепропетровск. – 2003. — № 47. – С.46-52.
5. Ильяшов М. А., Байсаров Л. В. Новые технологические решения в охране концевых участков высоконагруженных лав // Геотехническая механика: Сб. науч. тр. ИГТМ НАНУ. – Днепропетровск. – 2006. — № 61. – С.79-92.
6. Петренко Ю. А., Касьян Н. Н., Новиков А. О., Сахно И. Г. Новый подход к расчету параметров анкерной крепи // Физико-технические проблемы горного производства. – 2004. — № 7. – С.162-172.
7. Касьян Н. Н., Петренко Ю. А., Новиков А. О., Гладкий С. Ю., Сахно И. Г. Исследование влияния схем анкерования массива на устойчивость выработок // XII Международный симпозиум «Геотехника-2006», Гливице-Устронь, 2006. – С.455-467.
8. Бондаренко Ю. В., Соловьев Г. И., Захаров В. С. Изменения деформаций контура кровли выемочной выработки при использовании каркасной крепи усиления // Известия Донецкого горного института. 1999. № 1. С.66-70.
9. Соловьев Г. И., Панфилов Ю. Н., Толкачев А. Ф., Малышева Н. Н. Определение рациональных параметров арочной крепи с усиливающим сегментом жесткости // Вісті Донецького гірничого інституту, № 1, 2005 р., С.39-46.