

СОЛОВЬЕВ Г. И., КАСЬЯНЕНКО А. В. (ДонНТУ)  
КУЦЕРУБОВ В. М. (КИИ ДонНТУ)

## **О ПРИМЕНЕНИИ ПРОДОЛЬНО-БАЛОЧНОГО УСИЛЕНИЯ АРОЧНОЙ КРЕПИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОЧИСТНЫХ РАБОТ**

Эффективная работа высокопроизводительных механизированных комплексов во многом предопределяется устойчивостью выемочных выработок, поддерживаемых в зоне влияния очистных работ. За последние годы было предложено значительное количество разнообразных технологических решений по обеспечению устойчивости выемочных выработок [1-3]. Однако в силу существенной изменчивости горно-геологических условий эксплуатации на больших глубинах разработки и несоответствия параметров применяемых способов поддержания выработок условиям ведения горных работ, большинство из предложенных способов не получили широкого распространения.

Сотрудниками кафедры разработки месторождений полезных ископаемых Донецкого национального технического университета был разработан способ обеспечения устойчивости выемочных выработок за счет пространственно-жесткостного согласования работы арочной крепи посредством использования жесткости балки в качестве компенсатора разноскоростного деформирования соседних комплектов крепи [4,5].

На шахте «Южнодонецкая № 3» в условиях 4-й восточной лавы пласта с<sub>11</sub>, которая отрабатывала выемочный столб по восстанию пласта с применением комбинированной системы разработки (рис. 1), в качестве усиливающей крепи использовалась жесткая продольная балка из двутавра № 14 (рис. 2).

Вентиляционный ходок, проведенный комбайном вприсечку с оставлением угольного целика шириной 4 м, охранялся выкладываемыми вплотную 2-мя рядами деревянных бутокостров шириной по 1,5 м. Крепь усиления в виде одной или двух продольных балок (рис. 2) подвешивались к верхнякам арочной крепи на расстоянии 250 м перед очистным забоем до входа экспериментального участка выработки в зону влияния опорного давления лавы.

Балка состояла из отдельных звеньев длиной по 4 м, которые соединялись между собой внахлест на 0,5 м болтовыми соединениями.

Всего на 3-х экспериментальных участках (рис. 1) было испытано четыре варианта усиливающей крепи (рис. 3). На контрольном участке длиной 40 м при обычном креплении выработки и усилении арочной крепи деревянными стойками-ремонтинями, как и на всех экспериментальных участках, были сооружены наблюдательные контурные станции, состоящие из 4-х парных реперов (2 — в кровле-почве и 2 — в боках выработки), установленные на каждой

из 25 рам в средней части участка длиной 20 м и через одну раму на остальной ее части (на 10 м в начале и 10 м в конце участка).

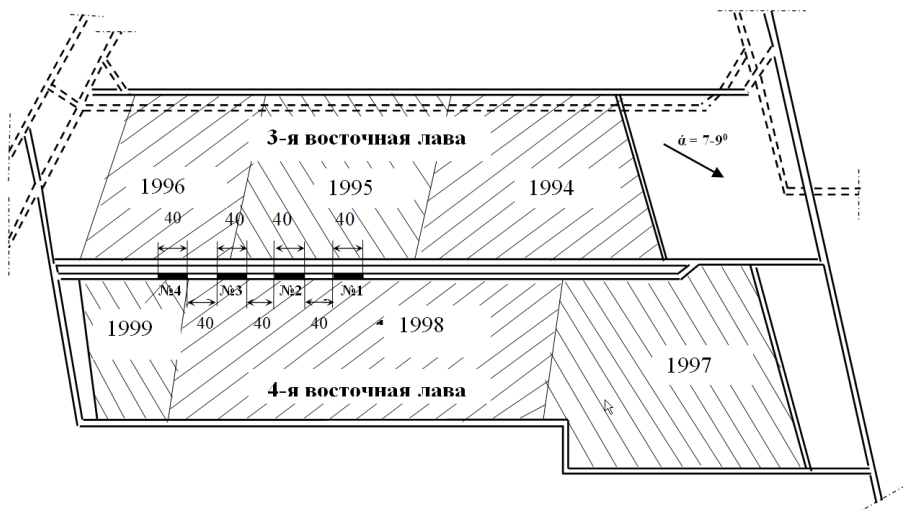


Рис. 1 Схема расположения экспериментальных участков в вентиляционном ходе 4-й восточной лавы пласта с<sub>11</sub> шахты «Южнодонецкая № 3»

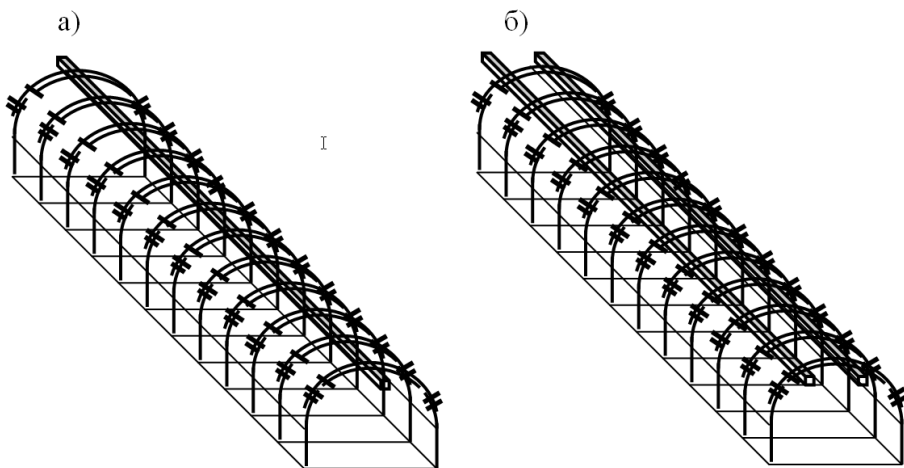


Рис. 2 Способ консолидации комплектов арочной крепи одинарной (а) и двойной (б) продольно-балочной крепи усиления

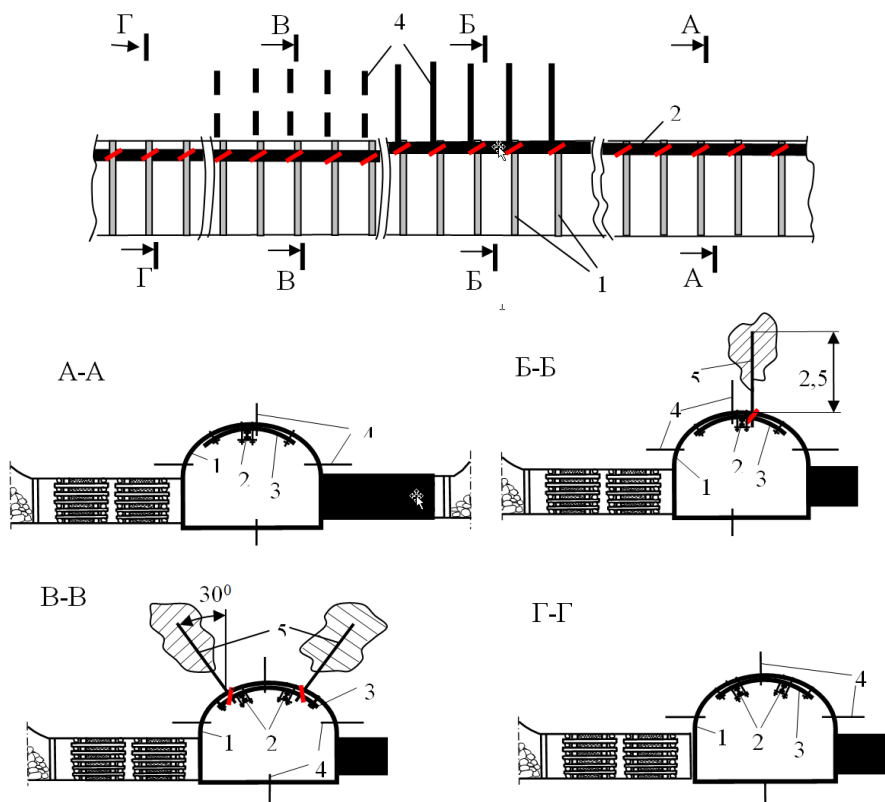


Рис. 3 Конструкция продольно-жесткой каркасной крепи на четырех экспериментальных участках вентиляционного хода 4-й восточной лавы пласта  $c_{11}$ : 1 – комплекты арочной крепи; 2 – продольная двутавровая балка; 3 – сегмент жесткости; 4 – контурные реперы; 5 – химические анкеры

На первом экспериментальном участке также длиной 40 м к верхнякам крепи была подвешена двутавровая балка (№ 14), жестко соединенная с каждой аркой крепи специальными хомутами. Для равномерного распределения реакции балки по длине верхняка крепи и предотвращения его перегиба и искривления, между балкой и верхняком устанавливался сегментный отрезок криволинейного спецпрофиля, образуя с продольной балкой каркасную крепь усиления. Контурные станции устанавливались по выше приведенной схеме контрольного участка. В конце первого участка была установлена глубинная замерная станция длиной 20 м, пробуренная в кровле пласта вкрест напластования пород и в которой были установлены 11 глубинных реперов.

Второй экспериментальный участок отличался от первого лишь дополнительной установкой над каждой рамой крепи по 1-му вертикальному химическому анкеру длиной 2,5 м, который соединялся с балкой отрезком металличе-

ской цепи. В конце участка также была пробурена глубинная замерная скважина, параметры которой были аналогичны скважине первого участка.

На третьем экспериментальном участке были установлены две параллельные продольные двутавровые балки с сегментами жесткости на расстоянии 1,5 м друг от друга. На первых 20 м участка балки были усилены в радиальном направлении 2-мя химическими анкерами длиной по 2,5 м с наклоном их донной части на  $30^0$  в обе стороны от вертикали, а на остальном участке анкера не устанавливались. В конце участка также была пробурена глубинная замерная скважина.

На рис. 4 представлены результаты инструментальных наблюдений за смещениями и скоростями смещений контура кровли выработки на контрольном и 3-х экспериментальных участках при применении 4-х вариантов усиливающей крепи.

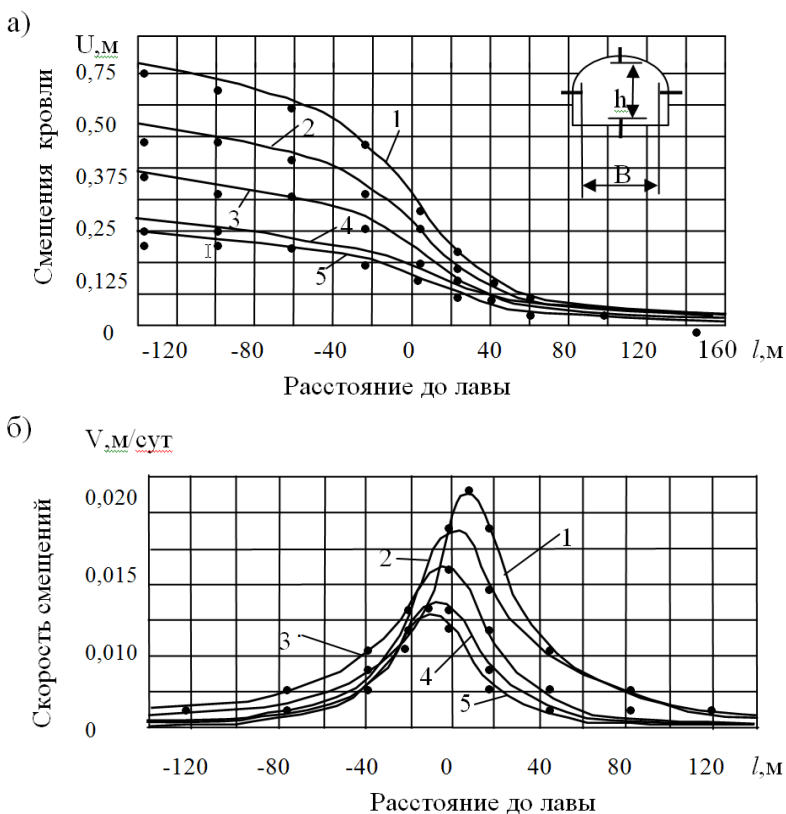


Рис. 4 График смещений (а) и скоростей смещений (б) контура кровли вентиляционного хода от расстояния до лавы на контрольном – 1, первом – 2, втором – 3; третьем – 4 и четвертом — 5 экспериментальных участках

Применение продольно-жесткой крепи усиления позволило отказаться от применения на сопряжении 4-й восточной лавы с вентиляционным ходком агрегатной крепи сопряжения, т. к. функции этой крепи эффективно выполняла крепь усиления.

Использование продольно-жесткой связи с жесткостью  $15 \cdot 10^6 \text{ Нм}^2$ , как видно из представленных на рис. 4 графиков, позволило уменьшить смещения контура кровли в зоне влияния очистных работ более чем в два раза.

В результате натурного эксперимента было установлено, что при автономной работе комплектов крепи в выемочной выработке на расстоянии 50-100 м перед движущимся очистным забоем, скорость смещений пород кровли изменялась от 1 до 12 мм/сут и по мере приближения лавы она увеличивалась до 18-23 мм/сут. На расстоянии 40-50 м позади очистного забоя интенсивность рассогласования уменьшалась до 13-15 мм/сут, а на расстоянии 120 м за лавой она снижалась до 3 мм/сут. При наличии в выработке одинарной и двойной продольно-балочной крепи усиления скорость смещений перед лавой соответственно составляла 5-10 и 1-3 мм/сут; на сопряжении с лавой максимальное значение скорости составило 17 и 12 мм/сут, а за лавой – соответственно 10-15 и 5–12 мм/сут.

Использование продольно-жесткой связи с жесткостью  $15 \cdot 10^6 \text{ Нм}^2$ , как видно из представленных на рис. 4 графиков, позволило уменьшить смещения контура кровли в зоне влияния очистных работ более чем в два раза.

Исследования эффективности продольно-балочной крепи усиления из спецпрофиля СВП-27 без использования поперечных компенсаторов из сегментов СВП на ряде глубоких шахт производственного объединения «Донецк-уголь» (им. М. И. Калинина, им. Е. Т. Абакумова, им. А. А. Скочинского) подтвердило достаточно высокую эффективность предложенного способа обеспечения устойчивости подготовительных выработок в зоне влияния очистных работ [5].

### **Библиографический список:**

1. Каретников В. Н., Клейменов В. Б., Нуждихин А. Г. Крепление капитальных и подготовительных горных выработок. Справочник. – М.: Недра, 1989. – 571с.
2. Черняк И. Л., Ярунин С. А. Управление состоянием массива горных пород. М.: Недра, 1995. – 395 с.
3. Литвинский Г. Г., Гайко Г. И., Кулдыркаев М. И. Стальные рамные крепи горных выработок. – К.: Техніка, 1999. – 216с.
4. Бондаренко Ю. В., Соловьев Г. И., Кублицкий Е. В., Мороз О. К. О влиянии жесткости каркасной крепи усиления на смещения пород кровли // Известия Донецкого горного института. 2001. № 1. С.59-61.
5. Соловьев Г. И. О результатах опытно-промышленной проверки эффективности способа продольно-жесткого усиления арочной крепи выемочных выработок глубоких шахт // Геотехнічна механіка: Міжвід. збірник наук. праць / ІГТМ ім. М. С. Полякова НАН України. — Дніпропетровськ. 2005. – Вип.61. С.274-284.