

СОЛОВЬЕВ Г.И., МАЛЫШЕВА Н.Н. ДонНТУ, Донецк  
БАЧУРИНА Я.П., БРАТАШ Е.А. КИИ - ДонНТУ, г. Красноармейск

## КОМБИНИРОВАННЫЕ СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ШАХТ ДОНБАССА

### *Аннотация*

Предложена новая концепция обеспечения устойчивости подготовительных выработок глубоких шахт за счет продольно-жесткой консолидации комплектов арочной крепи

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 [1-3]. Это приводит к необходимости выполнения значительных объемов работ по ремонту и перекреплению выемочных выработок из-за больших смещений их породного контура.

На шахтах г. Донецка («Южнодонецкая №3», им. К.Т.Абакумова, им. М.И.Калинина и им. А.А.Скочинского) была проведена опытно-промышленная проверка эффективности нового способа продольно-жесткого усиления арочной крепи подготовительных выработок в зоне влияния очистных работ, которая подтвердила достаточно высокую его эффективность [4-8]. На шахте «Южнодонецкая №3» в вентиляционном ходке 4-й восточной лавы пласта с<sub>11</sub> использовалась продольная балочно-двухтавровая усиливающая крепь (ПБДКУ) из двухтавра №14 (рис. 1).

Вентиляционный ходок, проведенный комбайном вприсечку к транспортному ходку ранее отработанной лавы, с оставлением угольного целика шириной 4 м, охранялся 2-мя рядами деревянных бутоклетей с размерами 1,5х1,5 м, устанавливаемыми вплотную.

Двухтавровые балки длиной по 4,5 м подвешивались к верхняку каждой крепи с нахлестом 0,5 м на 2-х специальных крючьях с планками и гайками. Между собой балки соединялись болтами, для чего на концах балок (на участках нахлеста) срезались верхняя и нижняя полки двухтавра. Для повышения жесткости продольно-балочной усиливающей конструкции между балкой и каждым верхняком крепи устанавливался дополнительный каркасный сегмент из отрезка верхняка длиной 3,5 м, который соединялся с верхняком двумя стандартными хомутами по обеим концам.

В вентиляционном ходке 4-й восточной лавы пласта с<sub>11</sub> было сооружено 5 замерных участков (1 – контрольный и 4 экспериментальных) длиной по 40 м каждый и на расстоянии 40 м друг от друга (рис. 1). На всех участках были установлены реперные замерные станции с установкой реперов попарно в кровле-почве и в противоположных боках выработки. В центральной части каждого участка длиной по 20 м реперные станции устанавливались в

каждом промежутке между рамами крепи, а на периферийных частях участков – через одну раму.

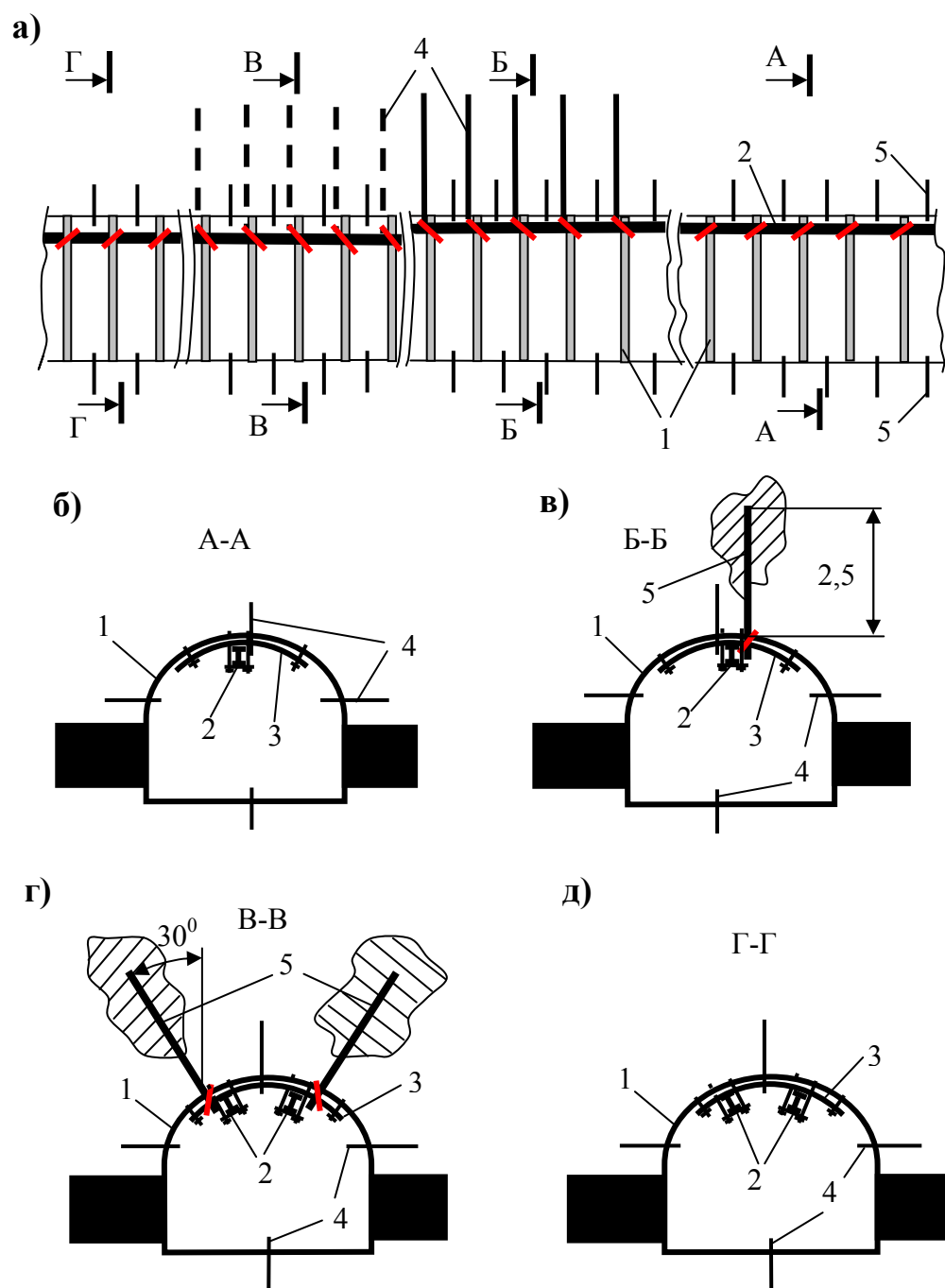


Рис. 1 Схема расположения ПБДКУ вдоль вентиляционного ходка 4-й восточной лавы пласта с<sub>11</sub> (а) и в поперечном сечении на контрольном и четырех экспериментальных участках (б-д): б) - при одной балке; в) при одной балке с одним химическим анкером; г) – при двух балках и 2-х химических анкерах; д) - при двух балках: 1 – комплекты арочной крепи; 2 – продольная двутавровая балка; 3 – сегмент жесткости; 4 – контурные реперы; 5 – сталеполимерные анкеры

Всего было опробовано четыре варианта продольно-балочной усиливающей крепи: одинарная двутавровая балка с дополнительным сегментом жесткости (рис. 1, а и б);

одинарная двутавровая балка с сегментом жесткости и усилением каждого комплекта арочной крепи вертикальным центрально расположенным химическим анкером длиной 2,5 м (рис. 2, а и в), две параллельные двутавровые балки с сегментом жесткости и установкой на каждой раме крепи двух химических анкеров (рис. 1, а и г) и две параллельные двутавровые балки с сегментом жесткости (рис. 1, а и д).

Для повышения эффективности продольно-балочного усиления дополнительно устанавливались один вертикальный по центру выработки или два радиальных с наклоном на  $30^{\circ}$  в стороны от вертикали химических анкеров длиной по 2,5 м, которые соединялись с верхняком и балкой отрезком конвейерной цепи (рис. 1).

На рис. 2 представлены результаты инструментальных наблюдений за смещениями и скоростями смещений контура кровли выработки на контрольном и 4-х экспериментальных участках при применении 3-х вариантов усиливающей крепи.

Как видно из представленных графиков, продольно-жесткое усиление позволяет в 2,2–2,5 раза уменьшить смещения и скорость смещений кровли выработки на наиболее ответственном технологическом участке – сопряжении лавы с конвейерной выработкой.

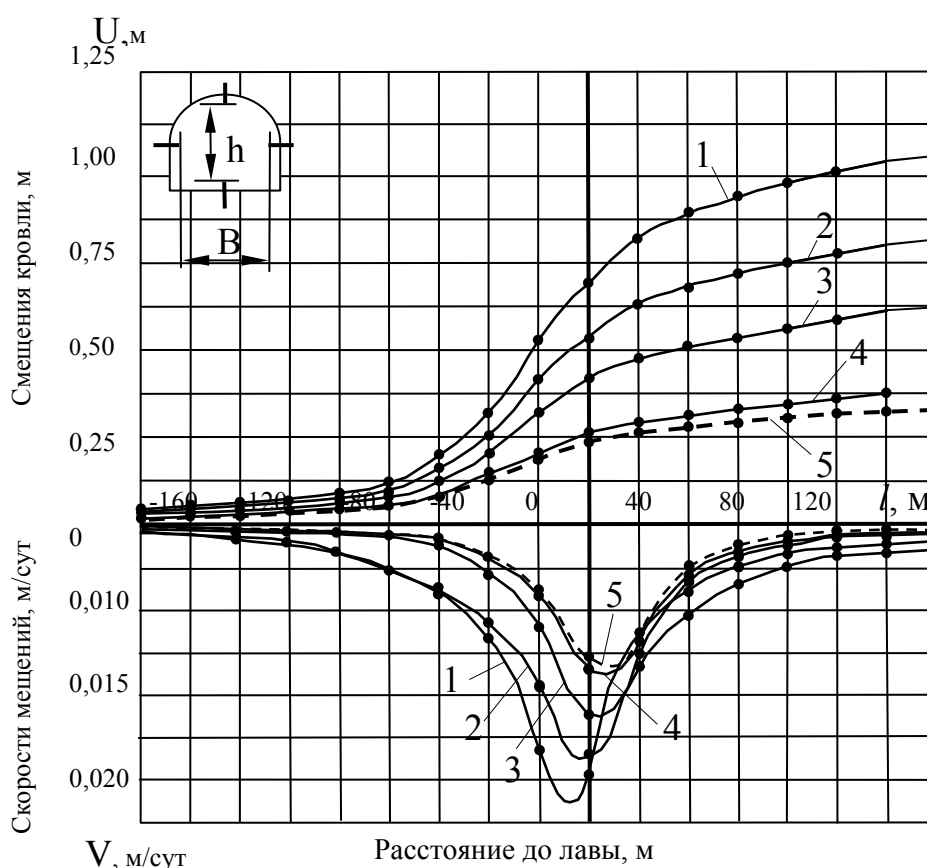


Рис. 2 Графики зависимости смещений и скоростей смещений боковых пород на контуре вентиляционного ходка на контрольном (1) и экспериментальных участках (2-5)

Как показала опытно-промышленная проверка, применение продольно-жесткой связи арочной крепи по длине выработки позволяет перераспределить повышенную нагрузку между перегруженными и недогруженными комплектами крепи за счет жесткости двутавровой балки.

Применение комбинированной балочно-анкерной крепи усиления с 2-мя продольными балками и 2-мя рядами сталеполимерных анкеров по длине выработки, позволили снизить вертикальные смещения в 2,2-2,6 раза, что при качественном возведении жесткой опорной конструкции вдоль подготовительной выработки вслед за лавой обеспечивает возможность ее повторного использования для отработки следующей лавы [3].

Проведенные инструментальные наблюдения за смещениями породного контура позволили установить, что опускание кровли выемочной выработки имеет резко выраженный неравномерный характер на соседних участках выработки по ее длине характер и эта неравномерность отчетливо увеличивается в зоне опорного давления от движущегося очистного забоя (рис. 3).

Соединение автономных комплектов крепи балкой с различной жесткостью уменьшает деформацию и скорость деформации кровли выработки. Аналитические исследования [6] позволили установить, что при увеличении жесткости балки (IE) значения смещений и скорости смещений кровли уменьшаются (рис. 4), причем минимальные значения скорости смещений обеспечиваются на самом технологически важном участке – сопряжении с лавой, (т.е. там, где обычно скорость смещений максимальна).

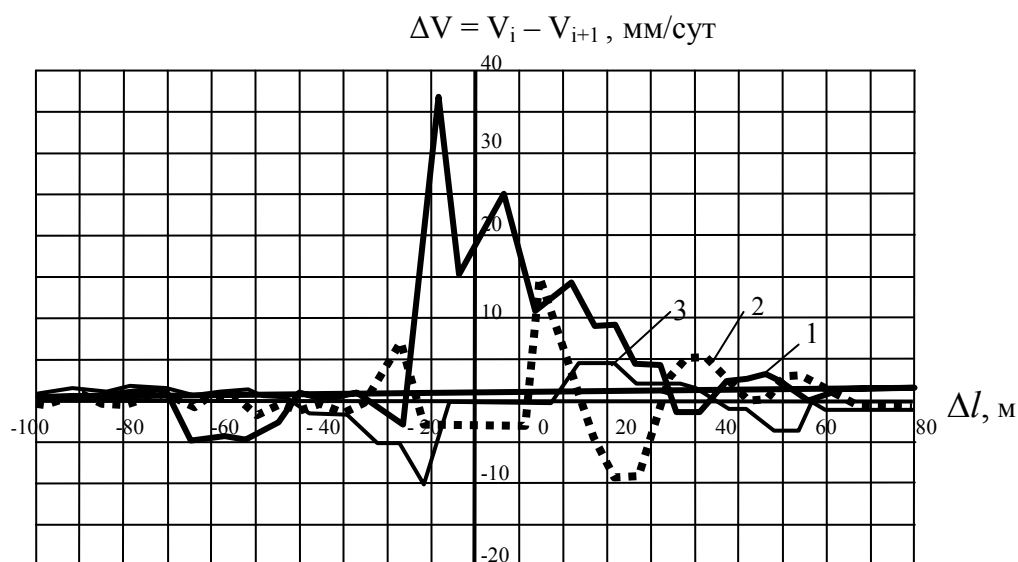


Рис. 3. График зависимости разности скоростей смещений кровли выработки на соседних комплектах крепи от расстояния между замерной станцией и лавой (1 - контрольный участок, 2, 3-й экспериментальные участки соответственно с одной и двумя балками с анкерами)

Таким образом, успешная опытно-промышленная проверка показывает, что продольно-балочная крепь усиления обладает достаточными силовыми характеристиками для перераспределения нагрузок между соседними комплектами крепи и влияния на деформационные процессы, происходящие вокруг выемочной выработки.

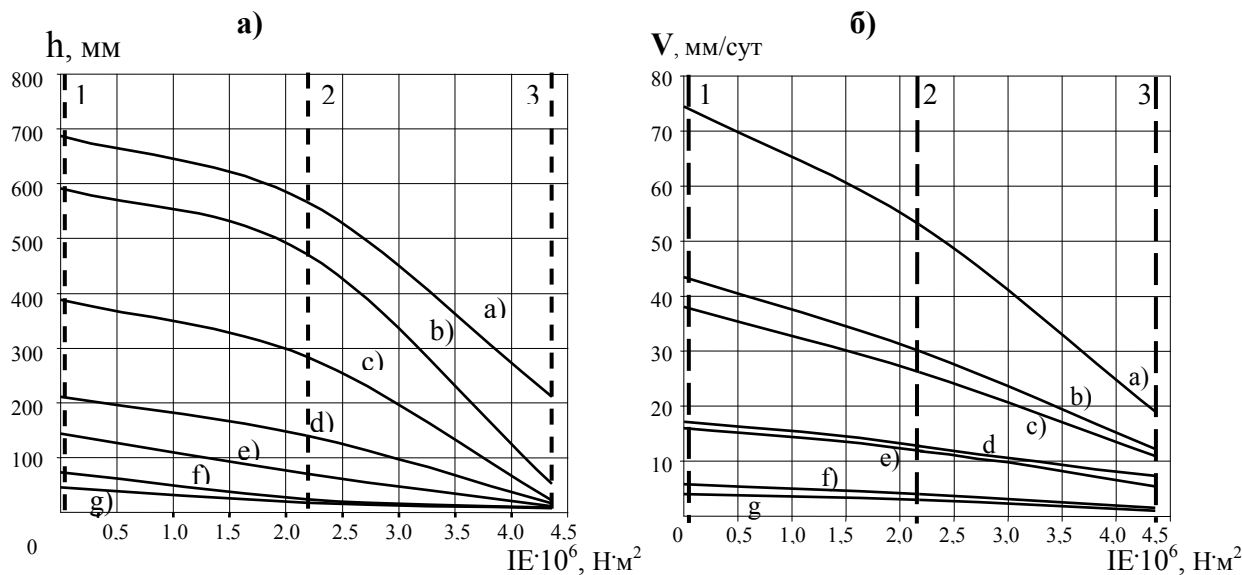


Рис. 4. График зависимостей смещений кровли  $h$  (а) и скоростей смещений кровли  $V$  (б) выемочной выработки от жесткости балки  $IE$  при различных расстояниях  $L$  от места замера до лавы; за лавой: а –  $L = 40$  м, б –  $L = 20$  м, с –  $L = 0$  м; перед лавой: д –  $L = -20$  м, е –  $L = -40$  м, ф –  $L = -80$  м, г –  $L = -100$  м; 1 –  $IE = 0$ ; 2 –  $IE = 218 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{м}^2$ , 3 –  $IE = 436 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{м}^2$

Это позволяет рекомендовать продольно-балочную крепь усиления для сохранения устойчивости выемочных выработок в зоне влияния очистных работ глубоких шахт, что создает предпосылки для эффективной и безопасной работы современных механизированных комплексов.

Исследования эффективности продольно-балочной крепи усиления из спецпрофиля СВП-27 без использования химических анкеров и поперечных компенсаторов из сегментов СВП на ряде глубоких шахт производственного объединения «Донецкуголь» (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 [9].

#### Список литературы

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. 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., Захаров В.С. Изменения деформаций контура кровли выемочной выработки при использовании каркасной крепи усиления // Известия Донецкого горного института. 1999. №1. С.66-70.
5. Бондаренко Ю.В., Соловьев Г.И., Кублицкий Е.В., Петренко А.В. Определение параметров жестко-каркасного усиления крепи выемочной выработки // Геотехнологии на рубеже XXI века. – Донецк: ДУНПГО. 2001. Т1.- С.68-74.
6. Бондаренко Ю.В., Соловьев Г.И., Кублицкий Е.В., Демин И.К. О физической модели взаимодействия каркасной усиливающей крепи выемочной выработки с вмещающими породами // Горный информационно-аналитический бюллетень Московского государственного горного университета. 2002. №6. С.183-187.
7. Соловьев Г.И. Определение параметров продольно-жесткой усиливающей крепи для выемочных выработок глубоких шахт // Горный информационно-аналитический бюллетень, МГГУ, Москва. №9, 2005 г. С. 230-233.
8. Соловьев Г.И. Особенности физической модели самоорганизации боковых пород на контуре выемочной выработки при продольно-жестком усилении арочной крепи // Науковий вісник НГУ, Дніпропетровськ. 2006, №1. С.11-18.
9. 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.