

УДК 622.831.3

О ПОДДЕРЖАНИЯ КОНВЕЙЕРНЫХ ШТРЕКОВ ПРИ СПЛОШНОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ «КОММУНАРСКАЯ» ПАО ШАХТОУПРАВЛЕНИЕ «ДОНБАСС»

Горяйнов А.В., студент гр. РПМз-14
Научный руководитель Соловьев Г.И., к.т.н., доцент,
«Донецкий национальный технический университет», г. Донецк,
Донецкая Народная Республика

Представлены результаты проверки эффективности применения продольно-балочной крепи усиления при различных вариантах сплошной системы разработки в условиях пласта k_3 шахты «Коммунарская» ПАО «Шахтоуправление «Донбасс»

Анализ опыта поддержания конвейерных штреков в условиях глубоких шахт Донбасса [1, 2], обрабатывающих пологие и наклонные угольные пласты с использованием сплошных систем разработки, показывает, что проведение этих выработок вслед за лавой (вариант сплошной системы разработки – «лава-штрек») обеспечивает их устойчивость по сравнению со штреками, проводимыми с опережением лавы (вариант сплошной системы разработки – «лава-ярус»).

На шахте «Коммунарская» ПАО «Шахтоуправление «Донбасс» в конвейерном штреке 11-й восточной лавы пласта k_3 (рис. 1) были выполнены наблюдения за смещениями боковых пород на контуре конвейерного штрека при различных вариантах сплошной системы разработки.

Конвейерный штрек 11-й восточной лавы пласта k_3 проводился проходческим комбайном КСП-32 с опережением лавы на 30,0 м (рис. 2).

В конвейерном штреке 11-й восточной лавы пласта k_3 первоначально в качестве основной крепи выработки использовалась арочная металлическая крепь КМП-А5-12,8 (рис. 2, а), а затем по предложению научных сотрудников ДонУГИ и ДонНТУ применяется экспериментальная металлическая овоидная крепь КМП-А5КМ-12,8 (рис. 2, б).

Оба варианта основной крепи устанавливались с комбинированным шагом установки рам крепи: три рамы устанавливались с расстоянием между ними по 0,5 м, а расстояние между 3-й и 4-й рамами равнялось 0,8 м, что обеспечивало плотность установки рам крепи по простиранию пласта 1,74 рам/м (рис. 2).

Сечение конвейерного штрека в проходке при использовании арочной крепи КМП-А5-12,8 было равно $S_{пр} = 21,8 \text{ м}^2$. Сечение в свету до осадки – $S_{св} = 17,2 \text{ м}^2$, а после осадки – $S_{пр} = 12,8 \text{ м}^2$.

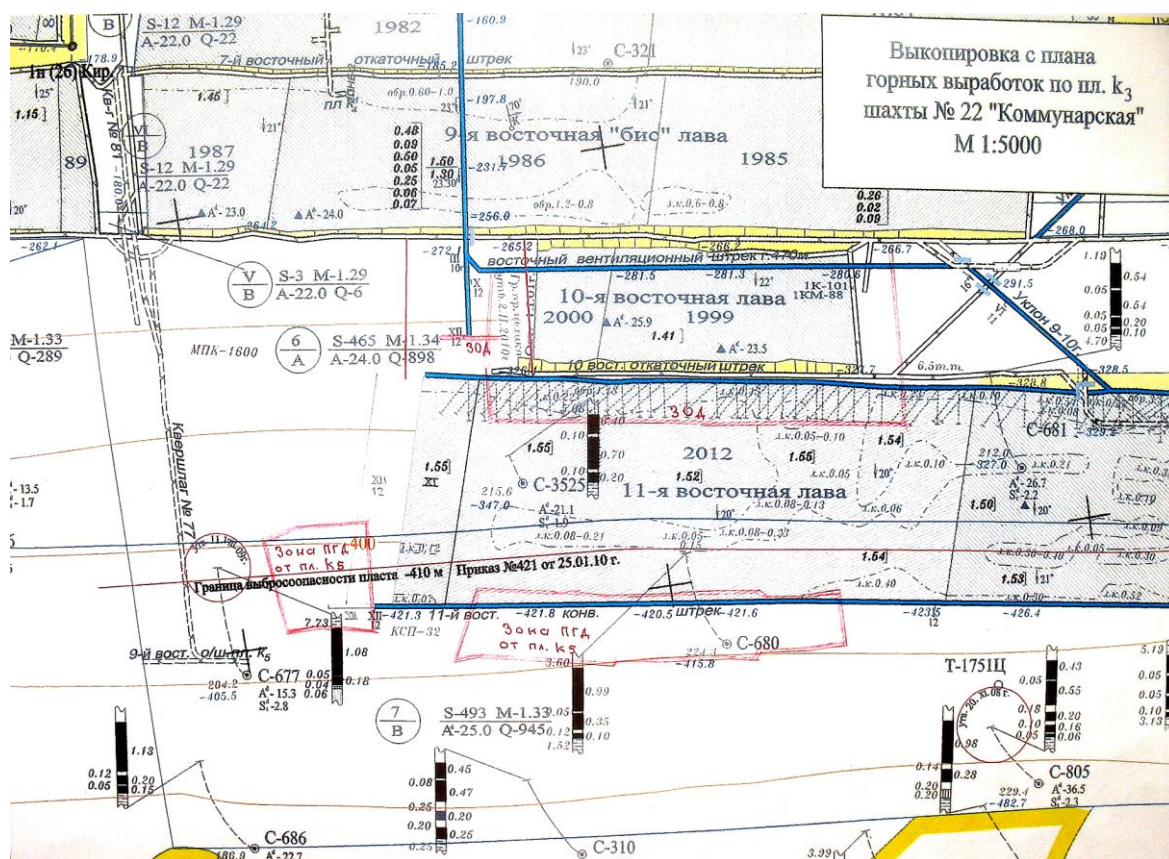


Рис. 1. Схема расположения 11-й восточной лавы пласта k_3 на плане горных выработок

Сечение конвейерного штрека в проходке при использовании овоидной крепи КМП-А5КМ-12,8 было равно $S_{пр} = 27,8 \text{ м}^2$. Сечение в свету до осадки – $S_{св} = 21,4 \text{ м}^2$, а после осадки – $S_{пр} = 12,8 \text{ м}^2$.

Затяжка кровли конвейерного штрека осуществлялась бетонной затяжкой, а боков выработки – металлической сетчатой и деревянной (распил из стоек диаметром 0,12 м) затяжкой.

Охрана конвейерного штрека первоначально осуществлялась за счет применения бутовой полосы шириной 7,0 м, порода для которой получалась от проведения бутового штрека с шириной 4,0 м. Порода из забоя бутового штрека вручную подавалась и размещалась по ширине бутовой полосы.

Затем вместо бутовой полосы для охраны конвейерного штрека стала применяться жесткая опорная полоса с шириной полосы по падению пласта 2,0 м из породных полублоков с размерами 0,3x0,15x0,1 м. На бровке лавы устанавливались два ряда деревянной крепи под деревянный распил длиной 4,0 м.

Промежуток между затяжкой крепи и полосой из полублоков закладывался мелкодробленой рядовой породой от подрывки почвы конвейерного штрека.

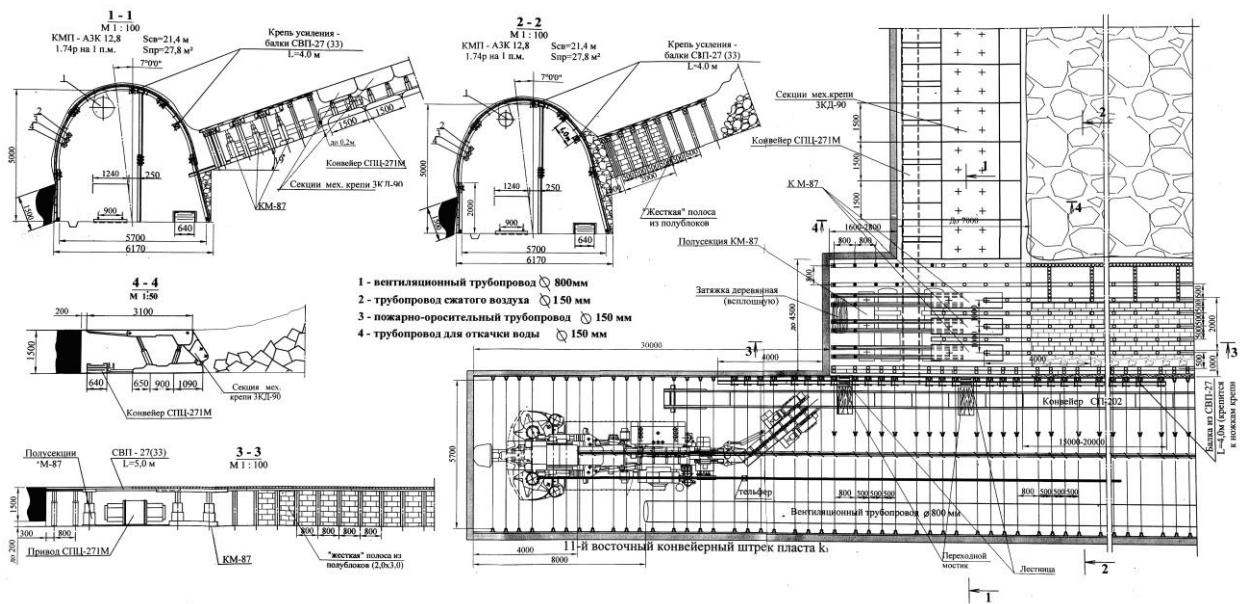


Рис. 2. Схема сопряжения конвейерного штрека с 11-й восточной лавой пласта k_3 при использовании ПБКУ для усиления основной овоидной крепи КМП-АЗК (б)

Для обеспечения устойчивости основной крепи на первом этапе применялась индивидуальная крепь усиления (ремонтини) из 2-х составных отрезков СВП-27, соединяемых внахлест на 0,5 м двумя стандартными хомутами (рис. 2).

На втором этапе по предложению научных сотрудников ДонНТУ [3-5] в качестве усиливающей крепи использовалась одинарная продольная балка из отрезков спецпрофиля СВП-27 длиной по 4,0 м, которая подвешивалась к каждому верхняку основной крепи по центру выработки на двух металлических крючьях диаметром 0,024 м с помощью планки и двух гаек. Отрезки балки по длине выработки соединялись внахлест на 0,4 м двумя стандартными хомутами. Отставание крепи усиления от проходческого забоя не превышало 4,0 м (рис. 2).

Дополнительная усиливающая продольная балка устанавливалась в конвейерном штреке на участке длиной 24 м: на расстоянии 4,0 м перед лавой и до 20,0 м вслед за лавой в зоне интенсивных смещений пород непосредственной кровли, обусловленных посадкой основной кровли и постепенным набором несущей способности опорными полосами, сооружаемыми на бровке лавы. Балка подвешивалась к каждой стойке овоидной крепи со стороны лавы на расстоянии 1,0 м ниже верхнего замка крепи (рис. 2).

При наличии зазора между продольными балками и верхняками основной крепи для обеспечения жесткого контакта между ними вставлялись отрезки деревянных шпал.

Для установления особенностей механизма деформирования боковых пород на контуре конвейерного штрека при поддержании его в различных зонах проявления горного давления были проведены визуальные наблюдения за деформированием основной крепи конвейерного штрека и выполнены замеры смещений пород кровли-почвы и боков выработки.

Для этого в конвейерном штреке были сооружены контурные наблюдательные станции из 4-х попарно соосных реперов – в кровле-почве и в боках выработки (рис. 3).

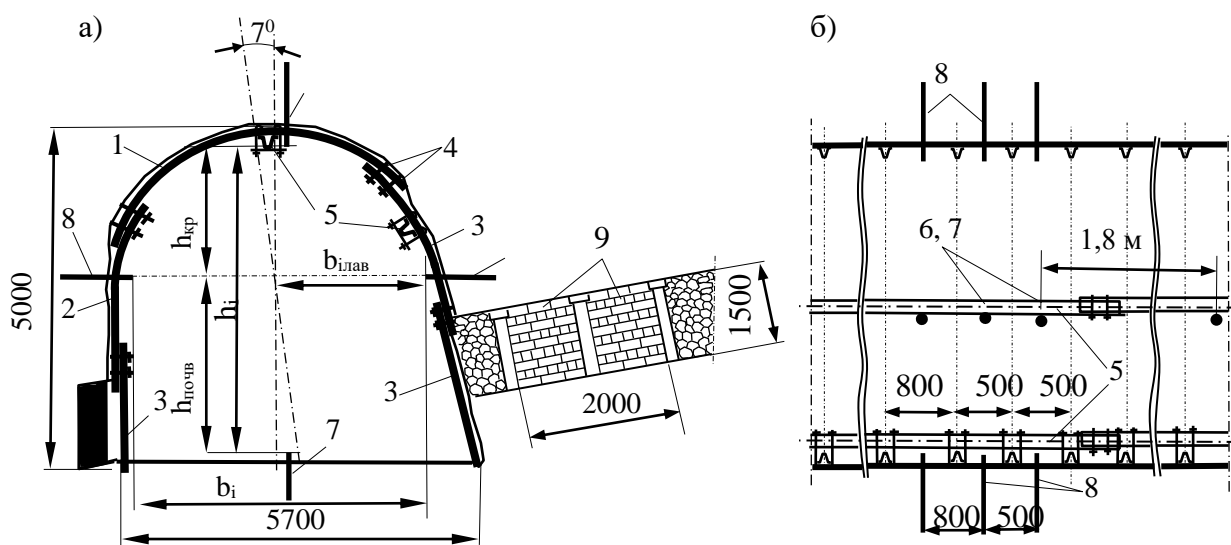


Рис. 2. Схема расположения контурной замерной станции в конвейерном штреке 11-й восточной лавы пласта k_3 в разрезе (а) и плане (б) выработки при расположении двух балок из СВП-27 по периметру овоидной крепи: 1 – верхняк крепи; 2, 3 – соответственно вертикальная и наклонная стойки овоидной крепи; 4 – замки крепи; 5 – продольная балка крепи усиления; 6, 7 – соответственно верхний и нижний контурные реперы; 8 – боковые реперы; 9 – жесткая опорная полоса из породных полублоков на бровке лавы

Верхний и боковые контурные реперы устанавливались в средней части верхняка и на боковых стойках на высоте 1,6 м от почвы выработки. Эти реперы представляли собой «маркшейдерские точки» и были выполнены из стальной проволоки диаметром 0,002 м в виде крючков, которые завальцовывались в пропилены на боковых гранях арочного профиля. Нижний репер устанавливался по почве в середине выработки соосно с верхним репером. Он представлял собой металлический штырь длиной 0,15 м, который забивался в почву таким образом, чтобы его верхний конец был на 6-8 см ниже контура почвы.

Контурная станция сооружалась на одной раме основной крепи на расстоянии 1,0 м от проходческого забоя конвейерного штрека.

Замеры смещений производились с частотой: каждый день на участке от проходческого забоя до расстояния 40 м за очистным забоем и с частотой 3 раза в неделю на участке от 40 м до 80 м вслед за лавой.

Производились измерения вертикальных относительных смещений кровля - почвы и боковых смещений. Для определения доли смещений кровли и почвы в общих вертикальных смещениях производились замеры смещений от кровли до средней линии выработки, в качестве которой использовалась резиновая нить, натягиваемая между боковыми реперами на двух крючках. Для определения доли боковых смещений со стороны лавы и массива угля применялся отвес, который цеплялся к крючку верхнего репера.

Визуальные наблюдения за смещениями кровли, почвы и боков конвейерного штрека позволили установить, особенности деформирования боковых пород на контуре конвейерного штрека для двух способов проведения конвейерного штрека – с опережением забоем конвейерного штрека лавы на 40,0 м (традиционно применяемый способ при отработке 11-й восточной лавы пласта k_3) и с проведением конвейерного штрека вслед за лавой с отставанием от него на 6-8 м.

При наличии опережения конвейерного штрека в общем деформационном процессе боковых пород на контуре выработки можно выделить четыре характерных участка (рис. 4).

Первый участок располагался между забоями конвейерного штрека и лавы и длина его составляла 40 м (рис. 4).

На данном участке наблюдался постепенный процесс обжатия арочной крепи разуплотняющимися на контуре выработки породами. При этом следует отметить, что качественное выполнение работ по креплению и поддержанию выработки со стороны горнорабочих выемочного участка во многом предопределяло хорошее состояние крепи на участке опережения штрека. Первые проявления опорного давления в конвейерном штреке стали проявляться на расстоянии 15-20 м перед лавой. Эти проявления выражались в виде выдавливания почвы выработки на величину до 0,2-0,3 м и раздавливания в некоторых местах деревянной затяжки по кровле выработки. При этом не наблюдалось резких смещений замков крепи.

На втором участке длиной до 40 м вслед за лавой (рис. 3) было реализовано около 80% вертикальных и горизонтальных смещений и данный этап можно характеризовать как самый негативный период существования выработки, т.к. на данном участке выработки общие вертикальные смещения составили 1,65 м, а кровли выработки 1,0 м.

Третий участок располагался на расстоянии 40-80 м вслед за лавой. На данном участке наблюдалось заметное снижение вертикальных и горизонтальных смещений. При этом, на данном этапе преобладали смещения пород почвы и их величина достигла 0,9 м, что привело к необходимости выполнения подрывки почвы на отдельных участках конвейерного штрека на величину $\Delta h_{\text{подр}} = 1,0$ м.

Укр, Убок., м

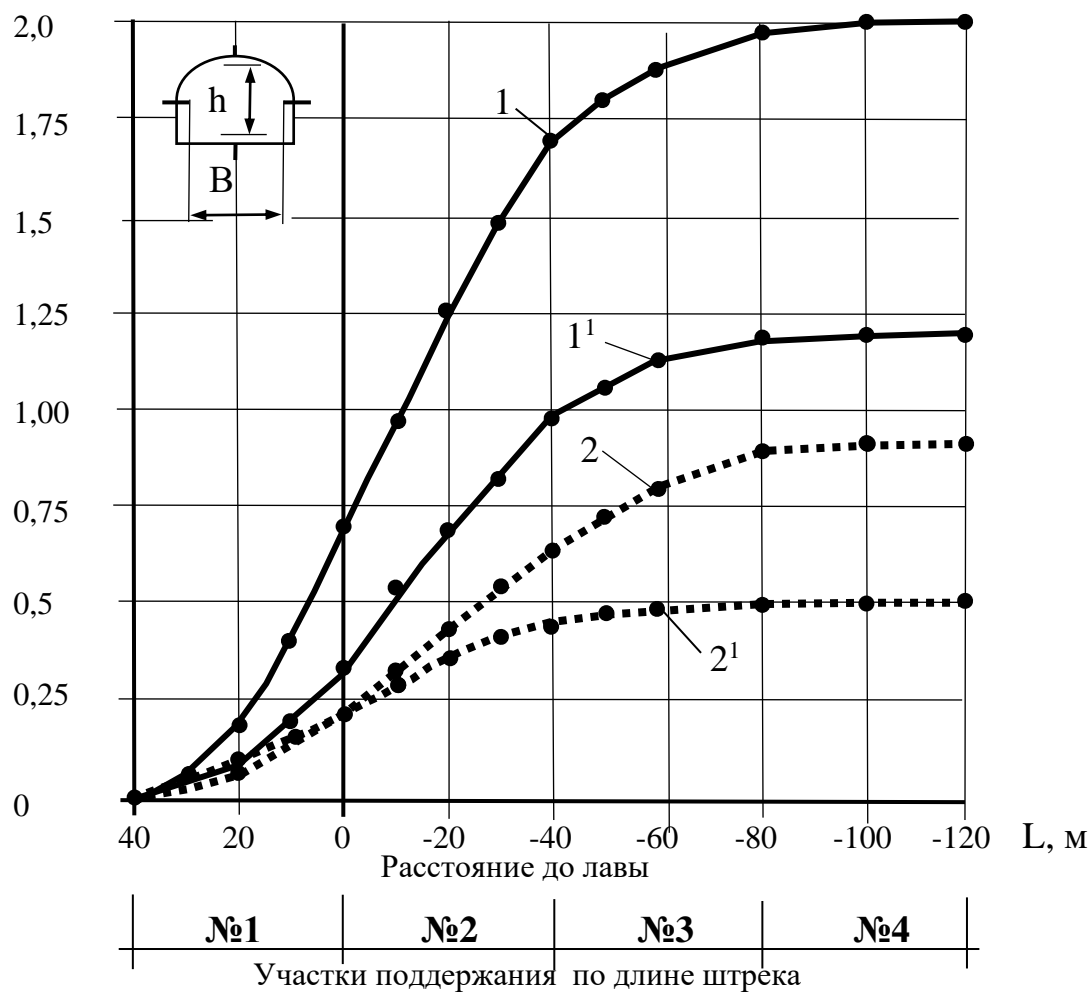


Рис. 4. Графики зависимости общих вертикальных (1) и горизонтальных (2) смещений, а также смещения кровли (1¹) и боковые смещения выработки со стороны лавы (2¹) от расстояния до очистного забоя при опережении забоя конвейерного штрека лавы на 40 м

На четвертом участке на расстоянии 80-120 м вслед за лавой (рис. 4) вертикальные и горизонтальные смещения боковых пород конвейерного штрека 11-й восточной лавы пласта k_3 стабилизировались и их дальнейший рост практически прекратился.

При проведении конвейерного штрека вслед за лавой наблюдалось существенное изменение механизма проявлений горного давления на контуре выработки. При данном способе проведения и поддержания конвейерного штрека можно выделить также четыре характерных участка деформирования вмещающих пород (рис. 5).

На первом участке длиной до 20 м от лавы жесткая опорная конструкции набирала свою несущую способность, а продольно-балочная крепь после обжатия рам крепи приступала к выполнению своей основной

функции – перераспределению повышенной и неравномерной нагрузки между перегруженными и недогруженными комплектами основной крепи и продольно-поперечной фиксации ее элементов.

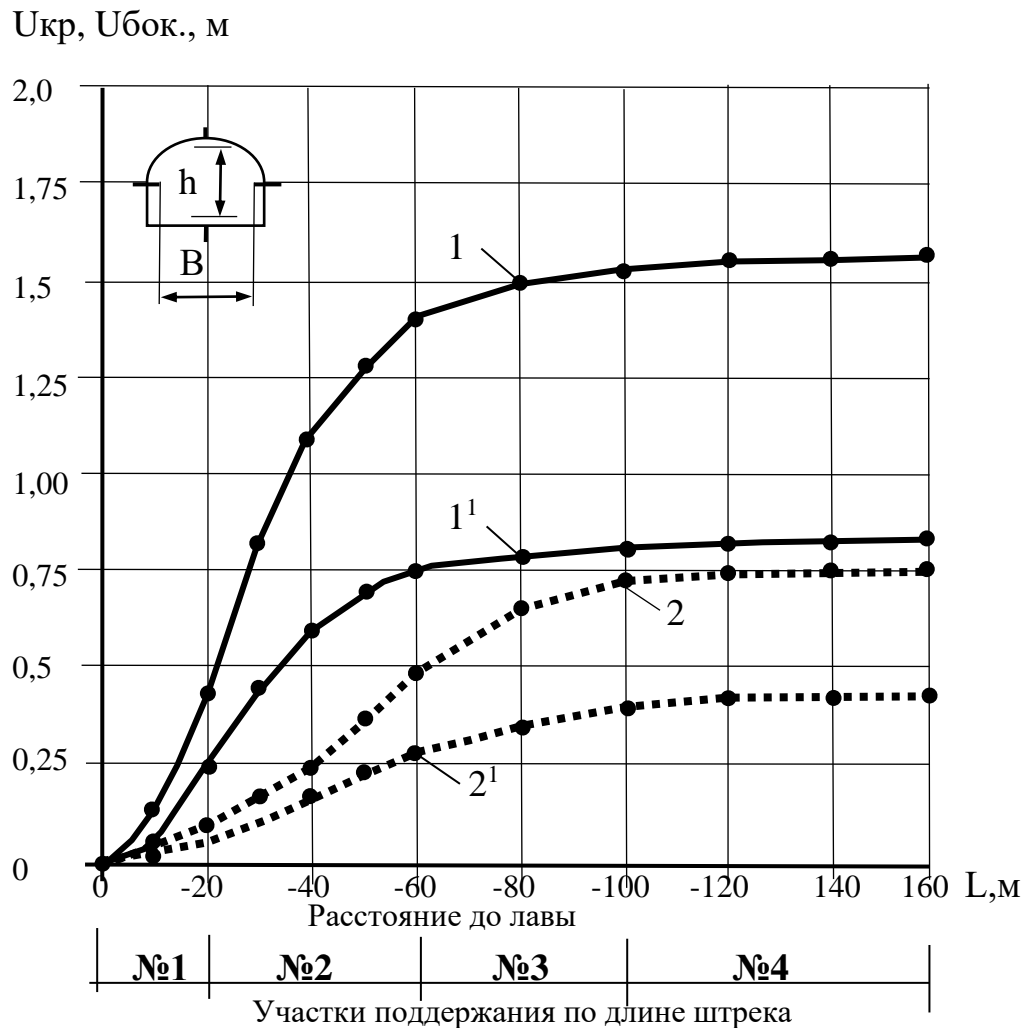


Рис. 5. Графики зависимости общих вертикальных (1) и горизонтальных (2) смещений, а также смещения кровли (1¹) и боковые смещения выработки со стороны лавы (2¹) от расстояния до очистного забоя при проведении конвейерного штрека вслед за лавой

Данный этап характерен тем, что здесь наблюдалось преимущественное смещение кровли и незначительное смещение почвы выработки (соответственно 0,4 м и 0,25 м на расстоянии 20 м вслед за лавой).

Второй участок выработки располагался на расстоянии от 20 м до 60 м вслед за лавой. На данном участке выработки длиной 40 м наблюдались интенсивные смещения вмещающих пород, и было реализовано около 80% вертикальных и горизонтальных смещений. Следует отметить, что при проведении конвейерного штрека вслед за очистным забоем смещения пород кровли на расстоянии 60 м вслед за лавой составили 0,75 м и были ниже на

0,4 м аналогичных смещений в штреке (1,15 м) при проведении его с опережением лавы (рис. 5). При этом, на данном этапе смещения пород почвы (0,4 м) и боков выработки (0,5 м) были меньшими по сравнению со смещениями при проведении штрека с опережением лавы, которые составили соответственно 0,7 и 0,68 м.

Это можно объяснить положительным влиянием фактора проведения и поддержания конвейерного штрека по частично разгруженному массиву пород и отсутствием вредного воздействия на выработку временного опорного давления перед лавой.

На третьем участке, на расстоянии 60-100 м вслед за лавой вертикальные и горизонтальные смещения боковых пород конвейерного штрека 11-й восточной лавы пласта k_3 стабилизировались и их дальнейший рост практически прекратился на четвертом участке на расстоянии 100-160 м вслед за лавой.

Таким образом, выполненные наблюдения за смещениями боковых пород на контуре конвейерного штрека позволили установить, что применяемый на шахте комбинированный способ поддержания и охраны конвейерного штрека при использовании двойной продольно-балочной связи комплектов основной крепи КМП-А5КМ-12,8 и возведении жесткой опорной полосы из породных полублоков обеспечивает устойчивое состояние конвейерного штрека весь срок службы выработки.

При этом общие вертикальные смещения пород кровли и почвы при проведении штрека с опережением лавы и с отставанием от нее составили соответственно 2,0 и 1,56 м, что в 1,8-2,0 раза ниже, по сравнению с традиционно применяемыми способами охраны выработок бутовыми полосами. При этом, проведение конвейерного штрека вслед за лавой обеспечивает снижение общих вертикальных смещений выработки на 0,44 м, кровли – на 0,4 м, почвы – на 0,4 м и боков выработки – на 0,2 м по сравнению со способом проведения конвейерного штрека с опережением лавы.

Это позволяет сделать вывод о том, что данный комбинированный способ обеспечения устойчивости конвейерного штрека при проведении выработки вслед за лавой является наиболее эффективным для применения в рассматриваемых условиях.

Список литературы

1. Каретников, В.Н. Крепление капитальных и подготовительных горных выработок. Справочник / В.Н. Каретников, В.Б. Клейменов, А.Г. Нуждихин // – М.: Недра, 1989. – 571с.

2. Литвинский, Г.Г. Стальные рамные крепи горных выработок / Г.Г. Литвинский, Г.И. Гайко, М.И. Кулдыркаев // – К.: Техніка, 1999. – 216с.
3. Бондаренко, Ю.В. О влиянии жесткости каркасной крепи усиления на смещения пород кровли / Ю.В. Бондаренко, Г.И. Соловьев, Е.В. Кублицкий, О.К. Мороз // Известия Донецкого горного института. 2001. № 1. С.59-61.
4. Гребенкин, С.С. О сохранении устойчивости конвейерных штреков глубоких шахт / С.С. Гребенкин, Г.И. Соловьев, И.К. Демин, Ю.Н. Панфилов, С.Г. Негрей, В.Е. Нефедов, Н.Н. Малышева // Вестник НГАУ, Днепропетровск, 2003, №10, С.31-33.
5. 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.