

А. В. РЕМЕЗОВ, Л. М. КОНОВАЛОВ, инженеры
(объединение «Ленинскуголь»),
О. С. КУРЗАНЦЕВ, канд. техн. наук
(КузПИ)

Проявления опорного давления при формировании выработки очистным комбайном

Анализ отечественного и зарубежного опыта формирования выработок в процессе очистной выемки подтверждает необходимость и целесообразность использования этой технологии, которая характеризуется следующими положительными особенностями: совмещение очистных работ с формированием подготовительной выработки, позволяет сократить абсолютные и относительные объемы проведения оконтуривающих выработок, крепь формируемой выработки находится в благоприятной зоне с точки зрения воздействия опорного давления, высвобождаются рабочие (проходчики) занятые на проведении выработок, снижается время эксплуатации штрековой крепи, возможна высокая концентрация горных работ.

Конечно эта технология имеет и ряд недостатков в части усложнения условий проветривания, отсутствия опыта работ по возведению крепи в формируемой выработке у забоя, не изученности проявлений опорного давления.

С целью определения особенностей влияния опорного давления на крепь примыкающих к лаве № 437 шахты «Кузнецкая» выработок в них были проведены инструментальные наблюдения и обработана измерительная информация Лава № 437 (рис 1) была подготовлена на глубине 100 м и оборудована комплексом 1МКМ. Длина выемочного поля по простиранию 520 м, длина лавы по падению 105 м.

Технологической особенностью обработки лавы является формирование вентиляционного штрека очистным комбайном. Площадь сечения примыкающих выработок было около 9 м². Оба штрека поддерживались за очистным забоем при прямом точном проветривании. Конвейерный штрек № 437 был закреплен анкерной крепью, которая состояла из трех металлических анкеров распорного типа длиной 1,8 м, верхняков из швеллера № 10 или СПВ-17. Кровля перетянута решетчатой затяжкой. Верхняки установлены через 0,8 м.

Формируемый вентиляционный штрек крепили в призабойной зоне анкерной крепью (деревянный верхняк на двух распорных анкерах длиной 1,8 м). С отставлением 8—10 м за лавой возводили смешанную рамную крепь между

верхняками анкерной крепи. Верхняки анкерной крепи устанавливали также через 0,8 м.

Средством охраны штреков являлись один или два ряда деревянной органной крепи. В качестве крепи усиления в обеих выработках служили промежуточные рамы крепи, гидростойки, устанавливаемые под верхняки основной штрековой и усиливающей крепи на участках протяженностью до 70 м за лавой. Дополнительно в штреках устанавливали деревянные или металлические подхваты на деревянных стойках. Крепление сопряжений в обеих выработках первоначально осуществляли механизированными крепями пенального типа, но при удалении лавы от монтажной камеры, на расстояние более 150 м, крепь сопряжения вентиляционного штрека была демонтирована.

Сопrotивление основной штрековой крепи конвейерного штрека составляло 250—300 кН/м. В зоне сопряжения сопротивление крепи составляло 1800 кН/м в конвейерном штреке и 1500 кН/м в вентиляционном формируемом штреке.

Горнотехническая ситуация была благоприятна с точки зрения оценки и сопоставления проявлений горного давления в выработках одной лавы, так как способы крепления, охраны и поддержания были примерно одинаковы. Различны были только способы проведения и расположения выработок по отношению к зонам влияния. Конвейерный штрек располагался вне зон влияния, вентиляционный же штрек формировался в зоне влияния смежной отработанной лавы № 435 (см. рис 1) через охранный целик шириной 14—15 м. На расстоянии 2,5—4 м от формируемой выработки находился ранее проведенный и переваленный породой вентиляционный штрек № 437, который предназначался для отработки лавы № 437.

Организация работ по формированию выработки и выемки угля лавой № 437, а также способы крепления и усиления крепи штреков описаны в статье журнала «Уголь» (№ 6, 1989, С 7—10). Целью данной статьи является отражение качественной и количественной кар-

тины фактического проявления опорного давления.

Для изучения закономерностей опорного давления в конвейерном штреке была заложена замерная станция (стоящая из 50 замерных пунктов (турные репера), отстоящих друг от друга через 1,4 м).

В то же время производили размещение пунктов и проведение инструментальных наблюдений на вентиляционном штреке. Кроме измерений между реперами каждую неделю производили профильную нивелирную съемку в обеих выработках по вышкам через 10 м. Измерения смещений осуществляли рулеткой ВНИМИ. На момент заложения замерной станции в конвейерном штреке крепь эксплуатировалась в течение 8 мес.

В результате обработки измерительной информации с конвейерного штрека выявлено следующее (рис 2): изменение скорости смещений пород выработку отмечено с 20 м перед лавой при последующем приближении к лаве на расстоянии 15 м скорость смещений превысила 1 мм/сут, смещения пород в выработке до подхода очистного забоя составили в среднем 20 мм, на сопряжении штрека с лавой произошло деформирование верхняков штрековой крепи балками крепи сопряжения смещения пород на сопряжении составили в среднем 80 мм; смещения пород в выработке на участке от сопряжения до 15 м за лавой составили 50 мм. На таком же удалении началась деформация металлических верхняков основной штрековой и усиливающей крепи (прогиб в выработку). Скорость смещений увеличивалась и составила 5 мм/сут; на расстоянии 25 м за лавой скорость смещений составила 10 мм/сут. Суммарные смещения составили в среднем 200 мм; в 30 м за лавой скорость смещений уменьшилась до 6 мм/сут. Максимальные смещения пород в выработку, отмеченные на расстоянии 19 м за лавой, составили 350 м. Произойдет деформация стоек органного ряда, а также элементов основной и усиливающей крепи. С учетом эксплуатационных смещений суммарные составили около 400 мм; скорость смещений уменьшилась до 1 мм/сут на расстоянии 80 м за лавой. Скорость подвигания

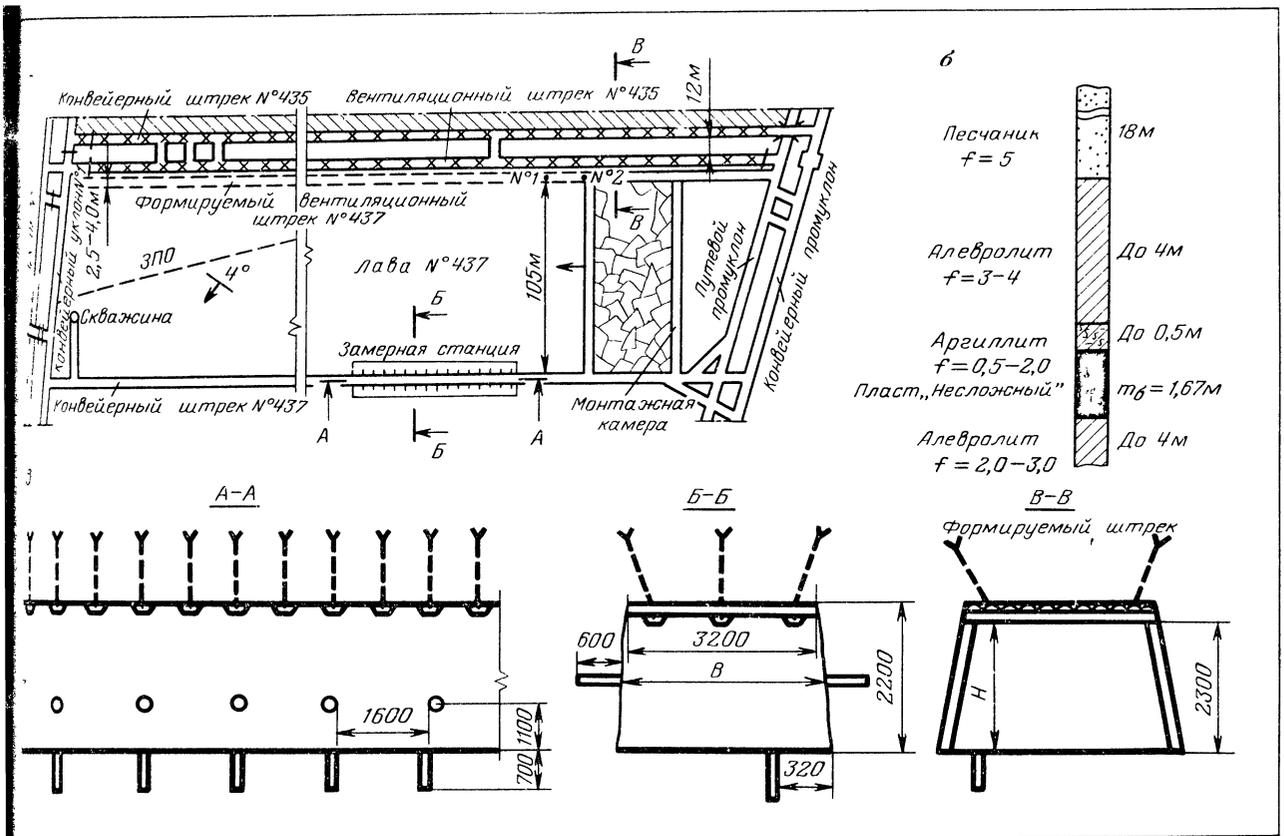


Рис. 1. Выкопировка из плана горных работ лавы № 437:

а — общий вид лавы, б — структурная колонка, в — схема оборудования замерной станции

очистного забоя за время наблюдений в среднем 2,5 м/сут, а общее расстояние очистного забоя - 240 м. Усиление опорного давления в вентиляционном штреке определялось скоростью продвижения очистного забоя и составом пород кровли. длиной очистного забоя, глубиной ведения горных работ, вынимаемой мощностью пласта, способом и условиями охраны и поддержания. Анализ данных проведенной обработки измерительной информации, позволил сделать ряд предположений о влиянии крепь конвейерного штрека на устойчивость непосредственной кровли после ее установки за все время эксплуатации (рис. 2). Проведенными ранее на шахтах измерениями инструментальными наблюдениями установлено, что вне зоны ведения очистных работ, кровля вентиляционных штреков, закрепленных анкерной крепью смещается со скоростью не более 5 мм/мес на глубинах до 200 м, а за 8 мес смещения пород кровли достигают около 40 мм. На расстоянии 10 м перед лавой отмечено увеличение скорости смещений пород в выработке на всю долю смещений отнести к

породам кровли, значит они составили 20 мм или 60 мм в сумме до подхода очистного забоя, на сопряжении с очистным забоем смещения пород кровли, основной и усиливающей крепи составили 80 мм. Если допустимая податливость анкерной крепи составляла 100 мм, а суммарные смещения достигали 140 мм, следовательно анкерная крепь срезу за сопряжением теряла свою несущую способность и породы кровли расслаивались на высоту более 1,8 м. Последующая деформация верхних штрековой крепи, а также стоек органичного ряда позволяет утверждать, что нагружение крепи происходит за счет веса значительной толщи расслаившихся пород кровли и дополнительных сил со стороны горного массива. Учитывая мощность и плотность пород непосредственной кровли, геометрические параметры выработки (верхняк длиной 3,2 м), ориентировочно вес свода пород 1 м штрека составит около 350 кН. Значит резкое пригружение крепи происходит на расстоянии 15 м за лавой за счет веса свода и смещения пород основной кровли (песчаник - 18 м). Максимальная скорость смещений отмечена на удалении 25 м за лавой,

а резкое уменьшение скорости смещений начиналось на удалении более 30 м за лавой. Это указывает на то, что смещение блоков основной кровли уменьшалось именно на этом участке штрека за счет подбучивания разрушенными породами непосредственной кровли.

В результате можно утверждать, что при заданных горно-геологических и технологических, а также горнотехнических параметрах динамическая составляющая опорного давления активно воздействует на крепь выработки в следующих зонах: 20 м впереди очистного забоя, 30 м за очистным забоем.

Время действия динамической составляющей опорного давления составляет 11-12 сут.

Статистическая составляющая опорного давления вызывает активные смещения пород кровли на участке до 80 м за лавой в течение 1 мес.

Рассмотрим результаты обработки измерений в вентиляционном формируемом штреке (см. рис. 2). Смещения пород в выработке начинаются сразу у формируемого забоя и увеличиваются по мере удаления от него в 6 м скорость смещений составила 8 мм/сут, в 30 м - 24 м/сут, далее скорость смещений

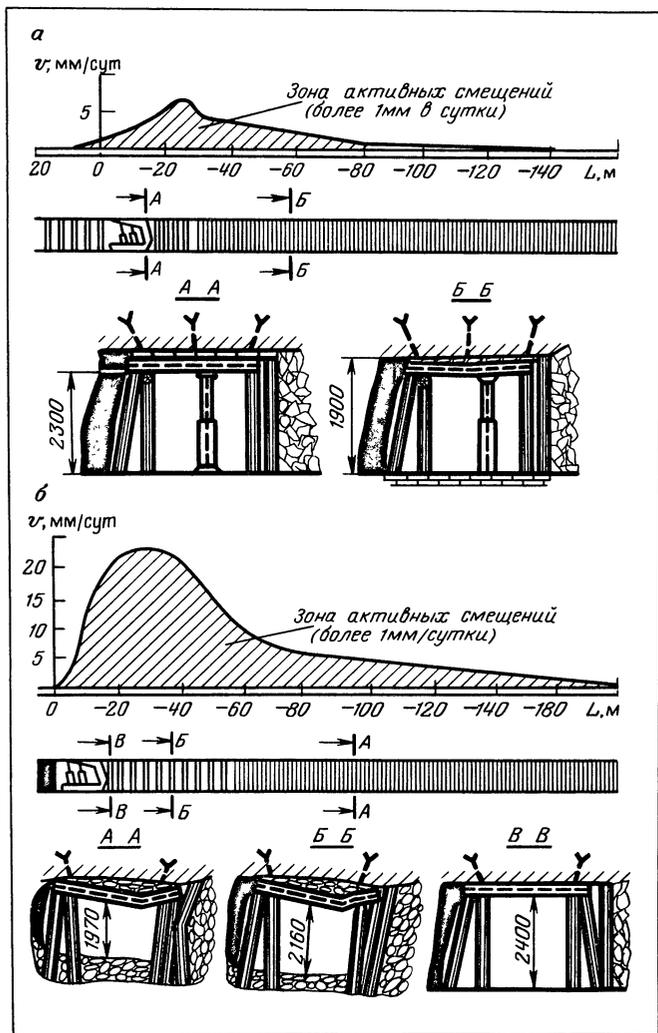


Рис. 2. Зоны активных смещений и виды деформаций крепи: а — конвейерный штрек, б — вентиляционный штрек

уменьшилась и снизилась до 1 мм/сут в 160 м за лавой. Область значительных изменений скорости смещений отмечена на участке 60 м от лавы, на удалении 190 м от лавы суммарные смещения пород в выработку достигли 600 мм. Сечение выработки уменьшилось на 30 %, а на удалении более 240 м — на 50 % от первоначального. Деформация элементов штрековой крепи отмечена на расстоянии 30 м от очистного забоя при последующем удалении происходило выдавливание стоек смешанной крепи и органичного ряда в выработку. На удалении более 60 м за лавой в выработке отмечены смещения пород почвы (пучение).

Проведем сравнительный анализ полученных величин

Фактические величины смещений пород в выработку в зонах I, II, III, IV следующие:

для конвейерного штрека.

$$I_{1к} + I_{2к} + I_{3к} + I_{4к} = 390 \text{ мм}, \quad (1)$$

$$\text{где } I_{1к} = 40 \text{ мм}, I_{2к} = 20 \text{ мм}, I_{3к} = 200 \text{ мм}, I_{4к} = 130 \text{ мм},$$

для вентиляционного штрека:

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 600 \text{ мм}, \quad (2)$$

$$\text{где } I_1 = 0, I_2 = 0, I_3 = 400 \text{ м}, I_4 = 200 \text{ мм}.$$

Отсюда следует, что суммарные смещения в III, IV зонах на вентиляционном штреке больше в 1,7 раза. Сопротивление крепи конвейерного штрека на 1 м выработки больше в 1,2 раза

Максимальная скорость смещений пород в выработке, рассматриваемая в зоне III — динамического опорного давления позади забоя, больше в 2,4 раза на вентиляционном штреке. Зона активных смещений пород в выработку

больше в 2 раза на вентиляционном штреке. Зона влияния динамического опорного давления, составляющей опорного давления на крепь обеих выработок лавы № 437 примерно одинакова — 30 м за лавой.

Влияние зон I и II вообще исключаются для крепи вентиляционного штрека. Значит формирование опорного давления вокруг вентиляционного штрека в нашем конкретном случае отличается качественно от опорного давления вокруг конвейерного штрека отсутствием смещений в I и II зонах, но в то же время наличием дополнительного влияния опорного давления от смежной отработанной в 1970—1971 гг. лавы № 435 и влияния деформационных процессов вокруг разрушенного, ранее введенного, вентиляционного штрека № 437 (см рис 1).

Можно утверждать, что при формировании опорного давления вокруг проводимого совместно с очистным забоем вентиляционного штрека № 437, после смещений блоков основной кровли движение пришла значительно большая масса пород кровли, которая вызвала увеличение скорости смещений, величин смещений, времени влияния, зоны влияния. Кроме этого увеличение смещений способствовало применению крепи меньшего сопротивления.

Если учесть эти факторы и произвести ориентировочный расчет возможного смещения пород в вентиляционный штрек, взяв за исходные смещения в зонах I, II, III конвейерного штрека и фактическую интенсивность механических процессов вокруг вентиляционного штрека, то они должны были составить в 30 м от забоя

$$(I_{1к} + I_{2к} + I_{3к} \times 2,4 = (40 + 20 + 200) \times 2,4 = 624 \text{ мм} \quad (3)$$

Фактические же смещения в 30 м от очистного забоя на формируемом вентиляционном штреке составили около 300 мм даже с учетом меньшего сопротивления крепи

Выводы

1 Необходима инструментальная оценка проявлений горного давления в примыкающих к очистным забоям выработках с целью оперативного обоснования рационального крепления в зонах опорного давления

2 При формировании выработки очистным комбайном резко снижается отрицательное воздействие опорного давления на штрековую крепь

3 Зоны динамического опорного давления позади очистного забоя не увеличиваются при технологии формирования выработок совместно с очистным забоем

4 Крепь усиления, в формируемой очистным комбайном выработке, необходимо устанавливать сразу после возведения основной крепи, с высоким начальным распором