

**ВЛИЯНИЕ МОЩНЫХ ПОРОДНЫХ СЛОЕВ КРОВЛИ НА
КОНВЕРГЕНЦИЮ ПОРОД В ВЫЕМОЧНЫХ ВЫРАБОТКАХ**

Наведені результати шахтних спостережень за конвергенцією порід у виїмкових виробках.

**THE INFLUENCE OF THICK ROCKY ROOF LAYERS ON ROCKS
CONVERGENCE IN EXTRACTIVE WORKINGS**

The results of observation of extractive workings rocks convergence are shown.

Подземная разработка месторождений полезных ископаемых не может быть осуществлена без наличия подготовительных выработок. Ежегодно на шахтах Украины проходится более 1,2 тыс. км выработок, а поддерживается около 16 тыс. км горных выработок [1].

При подземной добыче угля одной из главных проблем является охрана и поддержание выемочных выработок. Это обусловлено тем, что выработки за период своей эксплуатации могут находиться во всех зонах поддержания (в массиве, в зоне влияния временного опорного давления, в зоне интенсивного смещения пород и в зоне установившегося горного давления).

В среднем по Донбассу трудоемкость поддержания выработок на 1000 т добываемого угля превышает 70 чел.–смен. [2].

В 50 – 60-е годы прошлого столетия было взято направление на повышение несущей способности традиционных видов крепи. Так, в 1970 году средняя несущая способность крепи горных выработок возросла больше чем в 2 раза. Однако, затраты на поддержание выработок возросли в 2,4 раза, а стоимость крепления увеличилась в 2,3 раза [3]. В общем затраты на поддержание выемочных выработок составляют от 30 до 85% от общих затрат на поддержание всех выработок. В связи с этим вопрос повышения устойчивости выемочных выработок является важным и актуальным.

Известно, что величина смещений и скорость смещений пород в горных выработках существенно зависит от условий их поддержания [1 - 6]. В условиях шахты «Красноармейская – Западная №1» существенное влияние на изменение конвергенции пород в выемочных выработках оказывает протяженность выработанного пространства [7] и скорость подвигания очистного забоя [8]. Так, с увеличением протяженности выработанного пространства с 40 до 880 м конвергенция пород в выемочных штреках в зоне интенсивного смещения пород возрастает с 0,6 до 1,2 м.

В зоне опорного давления максимальные значения конвергенции пород наблюдаются при протяженности выработанного пространства равном 175 – 322 м. С увеличением протяженности выработанного пространства происходит снижение и стабилизация конвергенции пород в зоне опорного давления. При этом величина конвергенции пород на расстоянии 40 м от лавы в среднем равна 0,27 м.

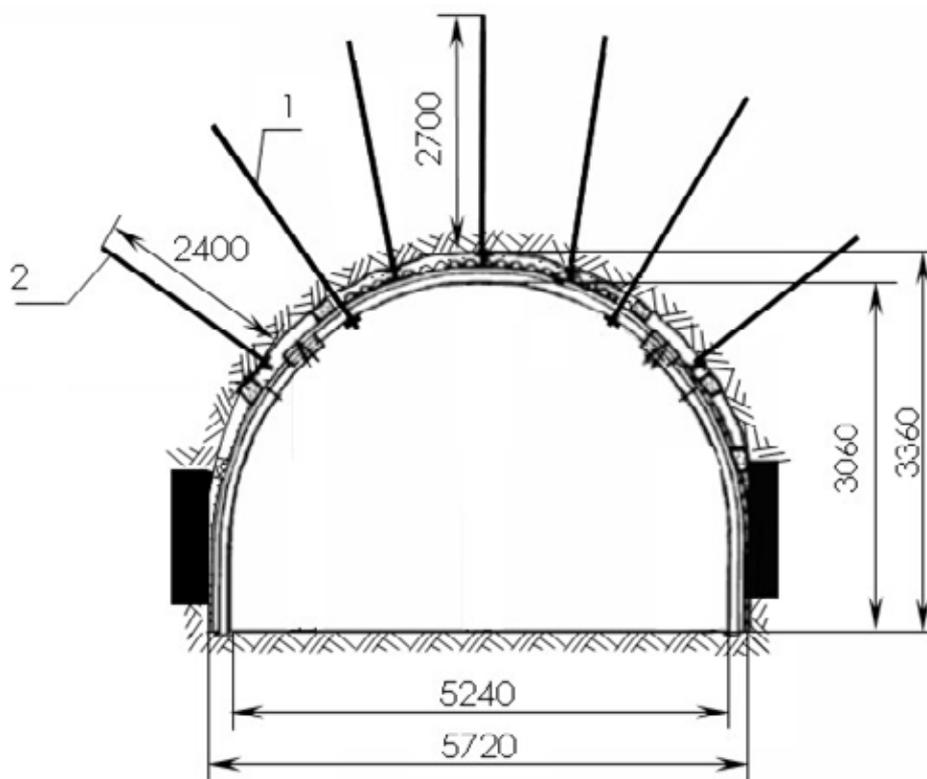
С изменением скорости подвигания очистного забоя с 2,6 до 6,1 м/сут происходит увеличение скорости смещения пород в выемочных выработках. Причем, в

выработке, поддерживаемой в массиве, скорость смещения пород в 1,3 – 2,7 раз выше, чем в присечной выработке. На расстоянии более 100 м от лавы скорость смещения пород в выработке, поддерживаемой в массиве, и в присечной выработке практически одинакова.

В особо сложных условиях находятся выемочные выработки на пластах, где в кровле залегают мощные монолитные и прочные породы. В таких случаях в зоне опорного давления значительно увеличивается концентрация напряжений, что снижает устойчивость выемочных выработок. При больших скоростях подвигания очистных забоев влияние мощных породных слоев на устойчивость выемочных выработок практически не изучено. В связи с этим в условиях отработки пласта d_4 на шахте «Красноармейская – Западная №1» были выполнены исследования влияния мощного песчаника, залегающего в кровле пласта, на конвергенцию пород в выемочных выработках.

Замеры смещений пород производились в выемочных выработках 5-ой южной лавы блока № 6. В каждой из них было устроено по десять замерных станций, расположенных в интервале 45 – 165 пикетов.

Бортовая выработка 4-бис была проведена вприсечку к выработанному пространству, а 5-ая южная выработка – в массиве. Площадь поперечного сечения выработок в свету при их проведении составляла $15,5 \text{ м}^2$. В 4 – бис бортовой выработке применялось только рамное крепление с шагом установки крепи 0,8 м. В 5-ой южной выработке применялось смешанное крепление, состоящее из металлической арочной податливой крепи и анкерного крепления (рис. 1).



1 – анкер под верхняк; 2 – межрамный анкер

Рис. 1 - Схема крепления 5-ой южной бортовой выработки блока № 6

Шаг установки рам составлял 0,8 м. Анкерная система состояла из спаренных анкеров длиной 2,4 м, которые «подшивали» верхняк арочной крепи к песчанику, а также анкеров, установленных между рамами, длиной 2,7 м.

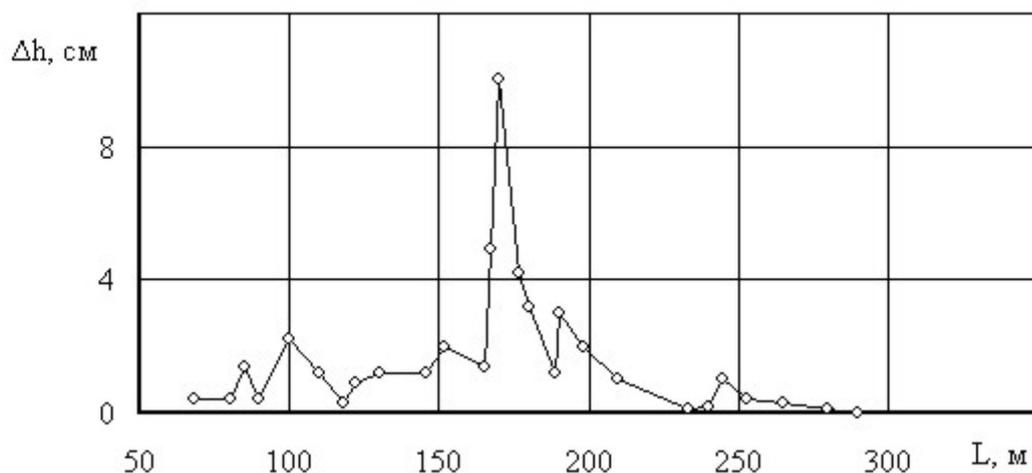
Выемочное поле обрабатывалось обратным ходом. Мощность пласта в среднем была равна 1,97 м. В кровле пласта (на расстоянии 0,8 – 1,2 м) залегает песчаник мощностью 18 – 24 м. Предел прочности песчаника на одноосное сжатие составлял 95 – 105 МПа. Скорость подвигания лавы изменялась от 2,6 до 6,1 м/сут. Вслед за подвиганием лавы обе выемочные выработки погашались. Длина присечной выработки составляла 1758 м, а проведенной в массиве – 1710 м. За время наблюдений (с 02.04.03 г. по 31.01.04 г.) 5-ая южная лава блока № 6 отошла от разрезной печи на 1220 м.

На основании полученных данных установлено, что впереди зоны временного опорного давления происходит поднятие мощного песчаника, залегающего в кровле пласта. В результате такого поднятия происходит увеличение высоты выработки. Причем в выработках с различным креплением увеличение высоты различное. Так, в выработке, закрепленной металлической арочной крепью совместно с анкерными системами, увеличение высоты в зоне максимального поднятия (рис. 2, а) достигло 1,5 – 10,0 см (в среднем – 5 см). В выработке, закрепленной только металлической арочной крепью, увеличение высоты (рис. 2, б) колебалось в пределах 1,0 – 5,0 см (в среднем 3 см). При этом зона максимальных увеличений высоты выработки находится на расстоянии 160...190 м и 195...220 м, соответственно выработке, расположенной в массиве и вприсечку к выработанному пространству. Различие в величинах изменения высоты выработок объясняется тем, что рамное крепление было связано с помощью анкеров в одну систему с песчаником. В случае отсутствия анкерного крепления увеличение высоты выработки происходит лишь за счет упругости спецпрофиля арочной крепи при снижении нагрузки на нее. Кроме этого, разность в увеличении высоты выработок объясняется и различными условиями их поддержания.

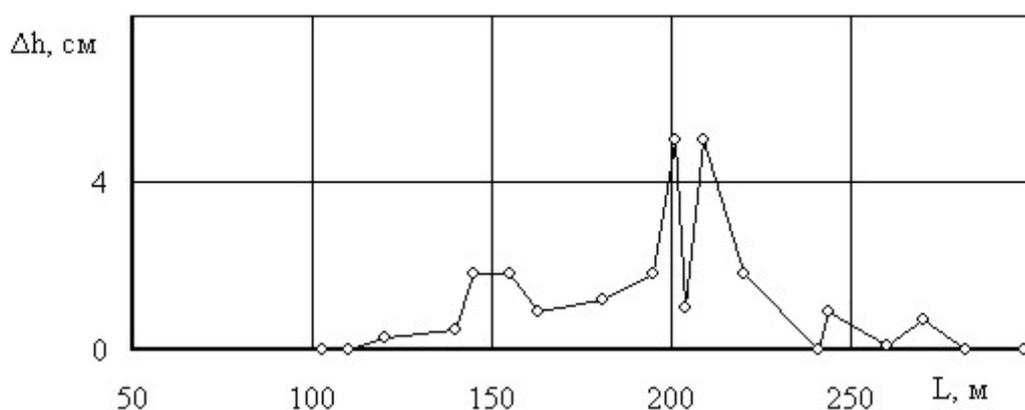
От условий поддержания выработок зависит также и протяженность зоны опорного давления. Так, в выработке, поддерживаемой в массиве, протяженность зоны опорного давления составляет 60 м, а в выработке, которая проведена вприсечку к выработанному пространству, протяженность зоны опорного давления достигает 100 м.

В зоне опорного давления происходит интенсивное смещение пород. Для уменьшения величины смещения пород в зоне опорного давления в выработках устанавливается крепь усиления. Согласно [6], на глубинах 601 – 900 м и категории пород основной кровли А₃ крепь усиления в присечной выработке устанавливается на протяжении 45 м от лавы, а в выработке, поддерживаемой в массиве – на протяжении 40 м от лавы. Из приведенного видно, что крепь усиления устанавливается не на всей протяженности зоны опорного давления. Следовательно, на участке выработки, находящемся в зоне опорного давления, но не имеющем крепи усиления, будут происходить интенсивные смещения пород кровли. Эти смещения могут достигать 15 – 40 см. и более.

а.



б.



а – выработка проведена в массиве; б – выработка проведена вприсечку к выработанному пространству

Рис. 2 - Изменение прироста высоты выработки в зоне поднятия песчаника от расстояния до лавы

Смещения пород способствуют развитию разгруженной зоны вокруг выработки, что приводит к увеличению нагрузки на крепь и снижению устойчивости выработки.

В условиях шахты «Красноармейская – Западная № 1» [7] высота выработки в зоне опорного давления на расстоянии до 40 м от лавы уменьшается на 0,9 – 1,0 м, несмотря на установленную крепь усиления. Это объясняется тем, что если вокруг выработки уже развита разгруженная зона больших размеров, то крепь усиления не может полностью предотвратить смещения пород.

В месте начала установки крепи усиления глубина разгруженной зоны уже достигает 2,0 м [7]. В зоне поднятия песчаника глубина разгруженной зоны в 1,33...2,0 раза меньше и составляет всего 1,0...1,5 м. Установка крепи усиления в этой зоне дает возможность предотвратить развитие разгруженной зоны до попадания выработки в зону опорного давления, что значительно снизит нагрузку на крепь. Особое значение имеет этот факт при повторном использовании выработок.

Однако эффект поднятия породного массива и увеличения высоты выработки проявляется не по всей протяженности выемочного поля. Такие поднятия наблю-

даются лишь на участках не подверженных дизъюнктивным нарушениям. Причем, протяженность этих участков должна быть не менее 500 м. Это объясняется тем, что дизъюнктивные геологические нарушения, даже малоамплитудные, нарушают сплошность горного массива в подрабатываемых породах. А породные слои, разбитые на блоки, не могут висеть в выработанном пространстве в виде больших консолей.

Несмотря на наличие большого количества крупных и малоамплитудных нарушений, в пределах шахтного поля имеются не нарушенные участки протяженностью до 700 м.

Из изложенного можно сделать следующие выводы:

– при залегании в кровле разрабатываемого пласта мощных монолитных пород впереди зоны опорного давления происходит разгрузка горного массива, о чем свидетельствует увеличение высоты выработки;

– в случае использования смешанного крепления (рамно-анкерная крепь) увеличение высоты штрека достигает большей величины, чем при использовании только рамной крепи;

– в условиях шахты «Красноармейская-Западная №1» зона максимального поднятия песчаника располагается на расстоянии 160 - 190 и 195 – 220 м, соответственно для условий поддержания выработки в массиве и проведенной вприсечку к выработанному пространству;

– гораздо больший эффект повышения устойчивости выработки будет достигнут при установке крепи усиления в зоне максимального увеличения выработки, а не в зоне опорного давления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Касьян М.М. Геомеханічні основи управління зоною зруйнування порід навколо виробок для забезпечення їх стійкості на великих глибинах: Автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.15.02 / ДонНТУ. – Донецьк, 2002. - 35 с.
2. Морозов А.Ф. повышение устойчивости интенсивно деформирующихся подготовительных выработок глубоких шахт: Автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.15.02 / МГИ. – М., 1992. – 30 с.
3. Терещук Р.М. Обґрунтування параметрів анкерного кріплення капітальних похилих виробок в умовах шахт ДХК „Добропілля вугілля”: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.15.02 / ДНГУ. – Дніпропетровськ, 2002. – 16 с.
4. Касьян Н.Н., Ключев А.П., Сивохин В.И. Применение анкерно-рамной крепи в выработках, поддерживаемых в зоне влияния очистных работ//Разработка месторождений полезных ископаемых: Респ. межвед. науч.-техн. сб. — К.: Техніка. – 1991. - № 90. - С. 56 – 60.
5. Зборщик М.П., Назимко В.В. Охрана выработок глубоких шахт в зонах разгрузки. — К.: Техніка, 1991. – 248 с.
6. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. – Л.: ВНИМИ, 1986. – 222 с.
7. Кольчик Е.И., Демченко А.И. Повышение устойчивости выемочных выработок в зоне влияния очистных работ // ФТПГП. – Донецк: ИФГП НАНУ. – 2004. - № 7. - С. 208-213.
8. Демченко А.И. Влияние скорости подвигания лавы на смещения пород в выемочных выработках // ФТПГП. – Донецк: ИФГП НАНУ. - 2004. - № 7 - С. 119-121.