

УДК 622.28.83: 622.273

**ВЛИЯНИЕ МОЩНЫХ ПЕСЧАНИКОВ И СКОРОСТИ  
ПОДВИГАНИЯ ЛАВЫ НА ПРОЯВЛЕНИЯ ГОРНОГО  
ДАВЛЕНИЯ В ВЫЕМОЧНЫХ ВЫРАБОТКАХ**

**к.т.н. Кольчик Е.И., к.т.н. Кольчик И.Е, асп. Сергиенко А.И.**  
(ИФГП НАН Украины)

*Наведені результати експериментальних досліджень впливу потужних пісковиків на проявлення гірничого тиску у виїмкових виробках.*

**INFLUENCE OF POWERFUL SANDSTONES AND MOVED  
SPEED OF LONGWALL ON THE DEVELOPMENT OF MINING  
PRESSURE IN THE MINING WORKING**

**Kolchik E.I., Kolchik I.E., Sergienko A.I.**

*The results of experimental researches of influencing of powerful sandstones on the development of mining pressure in the mine working.*

Известно, что на устойчивость подземных горных выработок большое влияние оказывают горно-геологические и технологические факторы. Увеличение глубины ведения горных работ приводит к возрастанию величины действующих в горном массиве напряжений. Это отрицательно сказывается на состоянии горных выработок [1 – 3]. На устойчивость выработок так же оказывают существенное влияние свойства горных пород, их неоднородность и различие в структуре, напряженное состояние, обусловленное совместным действием гравитационных и тектонических напряжений [4, 5]. В зонах влияния дизъюнктивных геологических нарушений еще более ухудшается устойчивость горных выработок, что приводит к значительному увеличению затрат на их поддержание [5, 6].

Наличие в кровле обрабатываемого пласта мощных и монолитных песчаников приводит к формированию впереди лавы более протяженной зоны опорного давления (при этом коэффициент концентрации напряжений может быть в 2 – 3 раза большим), чем на участках пласта, где такие мощные слои отсутствуют. В связи с этим крепь выемочных выработок претерпевает большую нагрузку и на более протяженных участках. Это особенно сказывается при скоростях подвигания очистных забоев более 6 м/сут. [7, 8].

## *Прогноз и управление состоянием горного массива*

За период подземной разработки угольных пластов установлено влияние многих факторов на перераспределение напряжений в горном массиве и устойчивость горных выработок. Так, величина вертикальной составляющей тензора напряжений в нетронутым массиве на европейском континенте может быть определена по формуле [9]

$$\sigma_v = 0,019H + 1,97, \quad (1)$$

где  $\sigma_v$  – вертикальная составляющая тензора напряжений, МПа;  $H$  – глубина разработки, м.

Установлено, что для различных районов нашей планеты величина вертикальных напряжений может быть определена по формуле [10]

$$\sigma_v = 0,027H. \quad (2)$$

Горизонтальная составляющая тензора напряжений формируется за счет бокового распора, но в результате действия тектонических процессов она может превосходить вертикальную составляющую в 3-4 раза [11].

Несмотря на большой объем выполненных исследований в области поддержания и охраны горных выработок такой вопрос, как влияние мощных породных слоев на устойчивость горных выработок при высоких скоростях подвигания очистных забоев изучен не достаточно детально.

Количество шахтопластов со сложным и весьма сложным типами обрушаемости основной кровли довольно велико. Так только в Донецко-Макеевском, Красноармейском и Торезско-Снежнянском угленосных районах Донбасса залегает 42 шахтопласта (19 % от общего количества шахтопластов) со сложным и весьма сложным типами обрушаемости основной кровли [12].

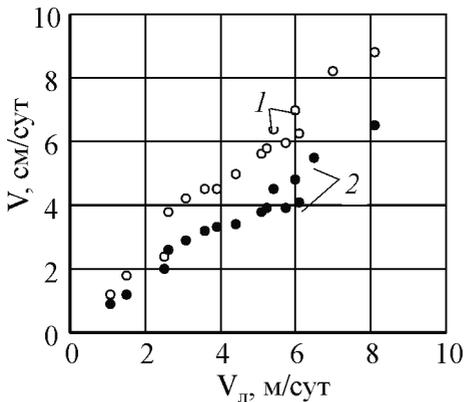
С целью установления влияния мощных песчаников, залегающих в кровле угольных пластов, на устойчивость выемочных выработок сотрудниками Института физики горных процессов НАН Украины были проведены исследования на шахте «Красноармейская-Западная №1», которые показали, что в поддерживаемых в массиве выемочных выработках 5-й южной лавы блока № 3, 5-й южной лавы блока № 6 и 6-й южной лавы блока № 6 суммарная скорость смещения пород кровли и почвы в зоне опорного давления зависит от скорости подвигания очистного забоя (рис. 1). Так, с изменением скорости подвигания лавы с 1,07 м/сут до 8,1 м/сут (в 7,57 раза) ско-

рость конвергенции пород кровли и почвы на расстоянии 20 – 25 м от лавы увеличивается с 1,2 до 8,8 см/сут, т.е. в 7,3 раза.

В присечной выработке скорость смещения кровли и почвы на расстоянии 20-25м от лавы изменяется с 0,9 до 6,58 см/сут, т.е. так же в 7,3 раза. Такое изменение скорости смещений пород обусловлено зависанием консоли песчаника мощностью от 18 до 26 м. При малых скоростях подвигания лавы (до 3,5 м/сут) длина консоли находится в пределах 25 – 35 м. С увеличением скорости подвигания очистных забоев от 3,5 до 7,0 м/сут наблюдается увеличение длины зависающей консоли песчаника до 75 – 100 м. Но это в тех случаях, когда породы не нарушены мелкоамплитудными дизъюнктивными нарушениями.

При наличии нарушений в выемочном поле величина зависающей консоли не превышает расстояния между дизъюнктивами. В этом случае горные породы поделены на блоки, которые не создают такой высокой концентрации напряжений в зоне опорного давления, как при монолитных породах.

Исследования показали, что на участках, где расстояние между дизъюнктивными мелкоамплитудными нарушениями превышает 350 – 500 м суммарная скорость смещения пород кровли и почвы вне зоны влияния лавы не зависят от ее скорости подвигания и не превышают 0,25 см/сут.



**Рис. 1.** Изменение суммарной скорости смещения пород кровли и почвы ( $V$ ) от скорости подвигания лавы ( $V_d$ ): 1 – выработка в массиве; 2 – выработка проведена вприсечку к выработанному пространству.

В присечных к выработанному пространству выработках скорость смещения пород кровли и почвы в среднем в 1,4 раза меньше, чем в поддерживаемых в массиве (см. рис. 1).

## Прогноз и управление состоянием горного массива

Зависимость изменения скорости смещения пород в пределах зоны опорного давления описывается уравнением

$$V = \alpha V_{\text{л}} L^{-0,86}, \quad (3)$$

где  $V$  – скорость смещения пород кровли и почвы в пределах зоны опорного давления, см/сутки;  $\alpha$  – коэффициент, зависящий от условий поддержания выработки. Для выработок поддерживаемых в массиве  $\alpha = 14,7$ , а для присечных выработок  $\alpha = 10,0$ ;  $V_{\text{л}}$  – скорость подвигания лавы, м/сут.;  $L$  – расстояние до лавы в пределах зоны опорного давления, м.

Конвергенция пород боков выработки в зоне опорного давления так же зависит от скорости подвигания очистного забоя (рис. 2). Так, в выработке, поддерживаемой в массиве (на расстоянии 20 – 25 м от лавы) скорость смещения боков изменяется с 1,9 до 4,3 см/сут (т.е. в 2,3 раза) при изменении скорости подвигания лавы с 1,07 до 8,1 м/сут.

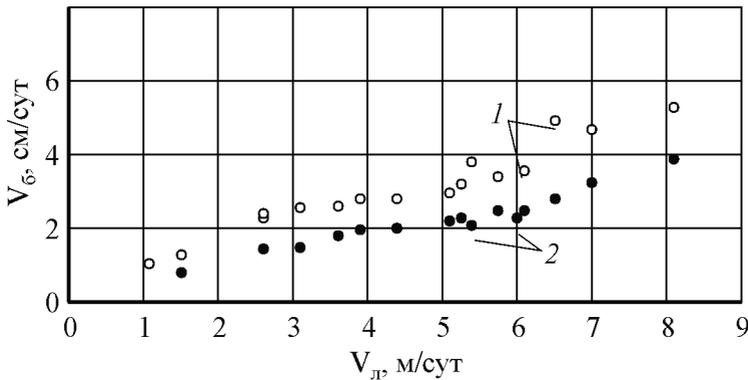


Рис. 2. Изменение скорости смещения боков выработки ( $V_6$ ) от скорости подвигания лавы ( $V_{\text{л}}$ ): 1 – выработка в массиве; 2 – присечная выработка.

В выработках, проведенных вприсечку к выработанному пространству величина скорости конвергенции боков в 1,3 – 2,0 раза меньше, чем в поддерживаемых в массиве выработках. Зависимость изменения скорости смещений боков выработок в зоне опорного давления описывается уравнением

$$V_6 = b V_{\text{л}} L^{-0,86}, \quad (4)$$

где  $V_6$  – скорость смещения боков выработки, см/сут;  $b$  – коэффициент, зависящий от места расположения выработки. Для выработок

### *Прогноз и управление состоянием горного массива*

поддерживаемых в массиве  $b = 9,2$ , а для проведенных вприсечку к выработанному пространству  $b = 6,6$ .

Впереди зоны опорного давления скорость смещения боков выработки, проведенной вприсечку к выработанному пространству, не превышает  $0,15$  см/сут., и не зависит от скорости подвигания лавы. Максимальная скорость смещения боков выработки поддерживаемой в массиве в  $1,2$  раза больше и равна  $0,18$  см/сут. При отсутствии монолитных мощных породных слоев в кровле пласта она не превышает  $0,12$  см/сут.

Из изложенного можно сделать вывод, что мощные монолитные породы, залегающие в кровле пласта оказывают существенное влияние на скорость смещения пород в зоне опорного давления. Причем скорость смещения пород в выработках, поддерживаемых в массиве больше, чем в присечных выработках. При делении на блоки мощных породных слоев мелкоамплитудными дизъюнктивными нарушениями влияние этих пород в зоне опорного давления на скорость смещения снижается.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Горное давление в подготовительных выработках угольных шахт / Давыдович И.Л., Бажин Н.П., Коренный Ю.П., Куняев Е.В. и др. – М.: Недра, 1971. – 258 с.
2. Зборщик М.П., Костенко В.К., Антропов В.И. Охрана подготовительных выработок в зонах разгрузки при развитии очистных работ // Разработка месторождений полезных ископаемых. – К.: Техника. – 1982. – С. 40 – 47.
3. 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.
4. Турчанинов И.А. Особенности проявления горного давления при действии технических напряжений // Технология разработки рудных месторождений и проблема освоения больших глубин. – Л.: ЛГИ. – 1980. – С. 100 – 108.
5. Акимочкин П.В., Каменский В.П. Влияние дизъюнктивных нарушений на проявления горного давления // Горное давление в капитальных и подготовительных работах. – Новосибирск: ИГД. – 1981. – С. 46 – 48.

### *Прогноз и управление состоянием горного массива*

6. Кольчик Е.И., Кольчик И.Е. Исследование влияния геологических нарушений на устойчивость выработок.- Физико-технические проблемы горного производства. – Донецк: ДонФТИ. – 2002. – С. 61 – 64.
7. Кольчик Е.И., Болбат В.А., Демченко А.И., Кольчик И.Е. Влияние мощных породных слоев кровли на конвергенцию пород в выемочных выработках // Геомеханическая механика. – Вып. 56. – Днепропетровск: 2005. – С. 92 – 96.
8. Демченко А.И. Влияние скорости подвигания лавы на смещения пород в выемочных выработках // Физико-технические проблемы горного производства. – Донецк: 2004. - № 7. – С. 119 – 121.
9. Blockwoob R.L. Towards the prediction of pre-mining stresses in the European continent // Appl. Rock. Mech. Mining Proc. Conf. – London 1981. – p. 36 – 39.
10. Brown E.A., Hock E. Trends in relationships between measured in situ stresses and depth // Int. J. Rock. Mech. Mining Sci. and Geomech. Abstr. – 1978. – №4. - p. 211 – 215.
11. Вдовин К.Д., Кожоголов К.Ч., Тигеленов К.С. Исследование напряженного состояния горных пород Чон-Койского месторождения // Горные удары, методы оценки и контроля удароопасности горных пород. – Фрунзе: Илим. – 1979. – С. 270 – 277.
12. Каталог шахтопластов Донецкого угольного бассейна с характеристикой горно-геологических факторов и явлений. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского. – 1982. – 268 с.