

ВЛИЯНИЕ МЕЛКОАМПЛИТУДНОЙ ДИЗЬЮНКТИВНОЙ НАРУШЕННОСТИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ВЫРАБОТОК

к.т.н. Кольчик Е.И. (ИФГП НАН Украины)

Наведені результати шахтних досліджень за конвергенцією порід у гірничих виробках. Розглянуто питання впливу порушеності вугільних пластів на конвергенцію порід.

INFLUENCING OF SMALL – AMPLITUDE DISJUNCTIVE TRANSGRESSION ON STABILITY OF MINING WORKINGS

Kolchik E.I.

The results of observation of extractive workings rocks convergence are show. The question of the influence of coal layers disturbance on convergence of rocks.

Эффективность работы угольных шахт существенно зависит от содержания горных выработок в рабочем состоянии, поскольку уменьшение их поперечного сечения приводит к увеличению депрессии, что усложняет проветривание шахтной сети горных выработок. Кроме этого уменьшение поперечных размеров выработок зачастую приводит к невыдержанности регламентированных Правилами безопасности в угольных и сланцевых шахтах зазоров между подвижными составами, конвейерами и крепью. Пучение пород почвы выработок приводит к перекосу рельсового пути и конвейеров, что может привести к выходу из рабочего режима транспортной цепочки шахты (и даже к аварии).

Известно, что одними из основных факторов, оказывающих влияние на устойчивость горных выработок, являются горное давление, создаваемое весом вышележащих пород, и физико-механические свойства горного массива вмещающего выработку. Наличие дизъюнктивных геологических нарушений еще более усиливает негативное влияние указанных факторов на устойчивость горных выработок [1, 2]. Этот факт очень важен, поскольку практически все шахтопласты Донбасса подвержены геологической нарушенности [3 - 11]. Так, в Донецко-Макеевском и Красноармейском угленосных районах Донбасса на 1 км² площади шахтопластов приходится от 0,1 до 75,0

Прогноз и управление состоянием горного массива

дизъюнктивных нарушений. Общая протяженность этих нарушений на некоторых шахтах достигает 14 км/км². Кроме наличия крупных дизъюнктивных нарушений в пределах шахтопластов имеется большое количество мелкоамплитудных дизъюнктивных нарушений.

Шахтопласты Красноармейского угленосного района Донбасса являются наиболее подверженными мелкоамплитудной дизъюнктивной нарушенности [12]. Особенно много мелкоамплитудных нарушений встречается при проведении горных выработок на шахте «Красноармейская - Западная № 1». Так, при проведении 1-го южного конвейерного штрека блока № 2 и 1-го южного конвейерного штрека южной панели блока № 8 было встречено по 41 нарушению, во 2-м конвейерном штреке южной панели блока № 8 при его длине 2200 м было встречено 50 мелкоамплитудных нарушений (табл. 1).

Таблица 1.

Количество мелкоамплитудных дизъюнктивных нарушений в некоторых выемочных выработках шахты «Красноармейская – Западная № 1» [14]

Выработка	Длина выработки, м	Количество нарушений	
		Общее, шт.	Удельное, шт./м
Вентиляционный штрек 1-й южной лавы блока № 2	1800	30	0,017
1-й южный конвейерный штрек блока № 2	1660	41	0,025
2-й южный конвейерный штрек блока № 2	1940	25	0,013
2-й конвейерный штрек южной панели блока № 8	2200	50	0,023
Конвейерный штрек 1-й лавы южной панели блока № 8	2100	41	0,020
Воздухоподающий ходок блока № 8	2100	37	0,018
Конвейерный ходок блока № 8	2200	39	0,018

Исследованиям геологической нарушенности угольных пластов и ее влиянию на проявления горного давления и газодинамические явления посвящено много работ [6–9]. Детально изучено влияние геологических нарушений на устойчивость боковых пород и горных выработок при скоростях подвигания очистных забоев до 3,5 м/сут. [6, 8]. Уста-

Прогноз и управление состоянием горного массива

новлено, что в зонах геологических нарушений возникает концентрация напряжений, которые могут вызвать газодинамические явления [6]. Предложен способ выявления зон опасной концентрации напряжений, которые могут возникать в зоне влияния геологического нарушения [7].

Разработаны рекомендации по определению размеров зон влияния геологических разрывных нарушений [9–13]. Однако вопрос влияния мелкоамплитудных дизъюнктивных нарушений на устойчивость выемочных выработок, при скоростях подвигания очистных забоев свыше 5 м/сутки и при наличии в кровле пласта мощных и монолитных слоев песчаника, до сих пор пока остается не достаточно изученным.

Из изложенного следует, что вопрос исследования влияния мелкоамплитудной дизъюнктивной нарушенности шахтопластов на устойчивость горных выработок является важным и актуальным.

С целью установления влияния мелкоамплитудной дизъюнктивной нарушенности на конвергенцию пород в горных выработках в ИФГП НАН Украины были выполнены исследования. Исследования проводились в пластовых горных выработках шахты «Красноармейская – Западная № 1». Эти выработки проходились по пласту d_4 , мощность которого изменялась от 1,2 до 2,06 м. Пересекаемые выработками дизъюнктивные нарушения имели амплитуду смещения пласта от 0,15 до 1,7 м. Над пластом залегал песчаный сланец мощностью 0,5–1,7 м, выше которого залегал песчаник мощностью от 14 до 28 м и пределом прочности на одноосное сжатие 90–105 МПа. Площадь поперечного сечения выработок была 15,25 и 15,5 м². Проходились выработки с помощью проходческих комбайнов избирательного действия. Выработки крепились металлической арочной податливой крепью с шагом установки 0,63–0,8 м и металлической арочной податливой крепью в сочетании с анкерными системами с шагом установки 0,8–0,95 м. Для усиления металлической арочной крепи устанавливались два–три двойных анкера соединенных между собой металлической планкой, устанавливаемой под верхняк арочной крепи [15]. Между рамами арочной крепи устанавливалось в кровле выработки 5–7 анкеров длиной 2,2–2,4 м. В качестве анкера использовалась металлическая штанга диаметром 25 мм, которая крепилась в шпуре с помощью нормально или быстро твердеющего закрепителя.

Отработка выемочных полей велась с применением столбовой и комбинированной систем разработки. В некоторых случаях выемочные выработки погашались вслед за лавой. При этом вентиляционные штреки (ходки) для отработки смежного выемочного поля проходились впрыску к выработанному пространству.

Повторно используемые выработки охранялись со стороны выработанного пространства литой полосой шириной 1,0 – 1,6 м.

По результатам выполненных исследований установлено, что в местах пересечения горной выработкой мелкоамплитудного дизъюнктивного нарушения происходит уменьшение ее поперечных размеров. Причем это явление наблюдается как при поддержании выработки в массиве, так и при ее поддержании на контакте с выработанным пространством. В зоне влияния мелкоамплитудной дизъюнктивной нарушенности на долю смещений пород кровли приходится от 30 до 90 % от общей конвергенции пород. При поддержании выработки в массиве высота штрека в зоне влияния мелкоамплитудного дизъюнктивного нарушения уменьшается на 0,5 – 0,6 м по сравнению с участками, расположенными за пределами зоны влияния нарушения (рис. 1). При этом протяженность зоны влияния нарушения с амплитудой смещения пласта $A = 0,2 - 1,5$ м составляет 12 – 20 м.

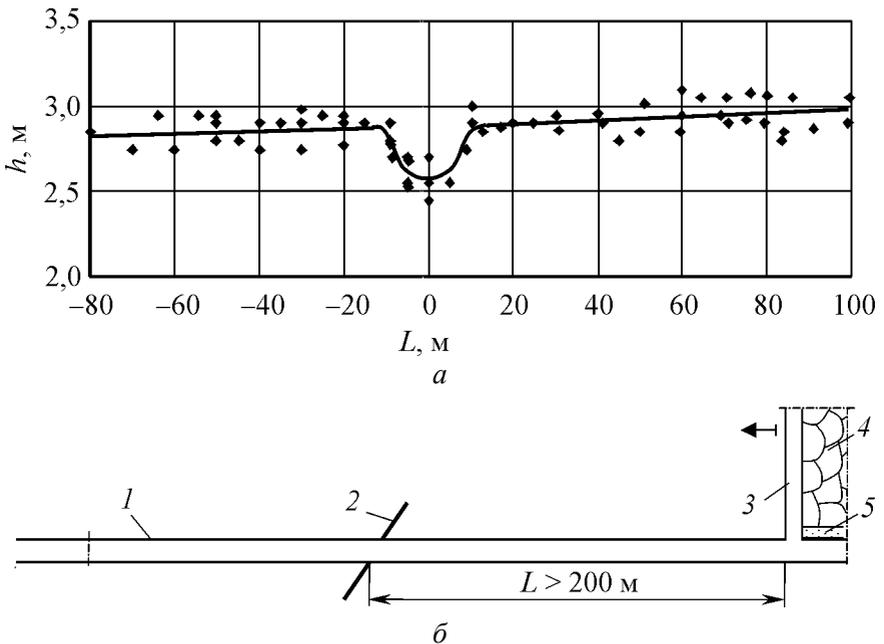


Рис. 1. Изменение высоты штрека поддерживаемого в массиве в зоне влияния мелкоамплитудного дизъюнктивного нарушения: *а* – график изменения высоты штрека; *б* – схема расположения штрека; 1 – штрек; 2 – нарушение; 3 – очистной забой; 4 – выработанное пространство; 5 – литая полоса.

Прогноз и управление состоянием горного массива

Аналогичное изменение высоты штрека у мелкоамплитудных дизъюнктивных нарушений наблюдается и при его поддержании на контакте с выработанным пространством в зоне установившегося горного давления (рис. 2). Однако интенсивность смещения пород в этой зоне на 0,35 м меньше, чем при поддержании выработки в массиве.

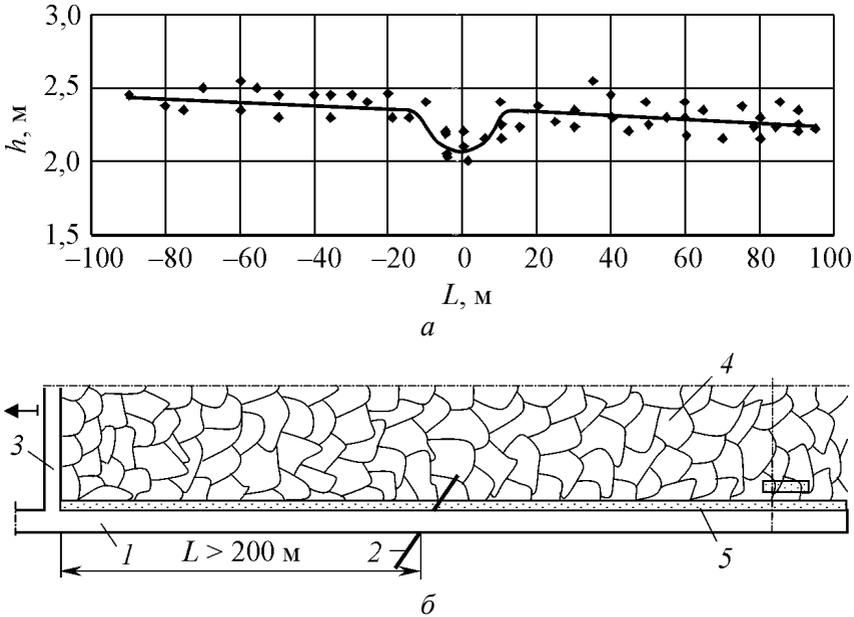


Рис. 2. Изменение высоты штрека, поддерживаемого на контакте с выработанным пространством, в зоне влияния мелкоамплитудного дизъюнктивного нарушения: *a* – график изменения высоты штрека; *б* – схема расположения штрека; 1 – штрек; 2 – нарушение; 3 – очистной забой; 4 – выработанное пространство; 5 – литая полоса.

При этом высота выработки в зоне влияния у нарушения уменьшилась на 0,15 – 0,25 м больше, чем на участках, расположенных за зоной его влияния. Протяженность зоны влияния нарушений находилась в пределах 15 – 20 м.

Наличие мелкоамплитудных дизъюнктивных нарушений негативно сказывается на состоянии выемочных выработок и в зоне влияния очистных работ. Так, высота выемочных выработок на сопряжении с лавой у нарушений на 0,4 – 0,7 м меньше, чем на участках, расположенных до и после этих нарушений.

Из изложенного следует, что мелкоамплитудные дизъюнктивные нарушения оказывают существенное влияние на конвергенцию пород в горных выработках. Причем максимальное влияние мелкоамплитудных дизъюнктивных нарушений проявляется на сопряжениях с очистным забоем, вошедшим в зону влияния нарушения.

Наименьшее влияние нарушений наблюдаются при поддержании выработки на контакте с выработанным пространством в зоне установившегося горного давления.

В зоне влияния мелкоамплитудного дизъюнктивного нарушения наблюдается так же и увеличение скорости смещения пород. Так, после поддержания выработки в массиве более 100 суток суммарная средняя скорость смещения пород кровли и почвы составляет в среднем 0,2 см/сут. В зоне влияния мелкоамплитудного дизъюнктивного нарушения эта скорость возрастает в 1,5 раза и достигает величины 0,3 см/сут. (рис. 3).

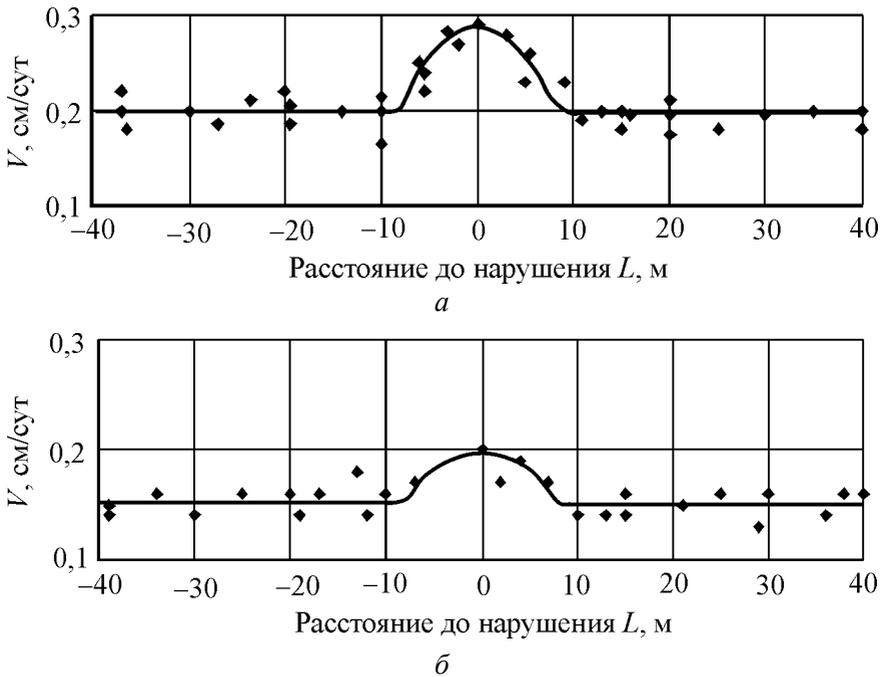


Рис. 3. Изменение суммарной скорости смещения пород кровли и почвы по длине штрека: *а* – при расположении штрека в массиве; *б* – при расположении штрека на контакте с выработанным пространством

Прогноз и управление состоянием горного массива

При поддержании штрека на контакте с выработанным пространством в зоне установившегося горного давления скорость смещения пород кровли и почвы в среднем равна 0,15 см/сут. В зоне влияния мелкоамплитудного дизъюнктивного нарушения средняя скорость смещения пород увеличивается и достигает 0,2 см/сут., что в 1,35 раза больше, чем вне зоны влияния нарушения (см. рис. 3).

В зоне взаимного влияния геологического нарушения и очистного забоя скорость смещения пород кровли и почвы резко возрастает и может достигать 12 – 25 см/сут при скорости подвигания очистного забоя 3 – 7 м/сут.

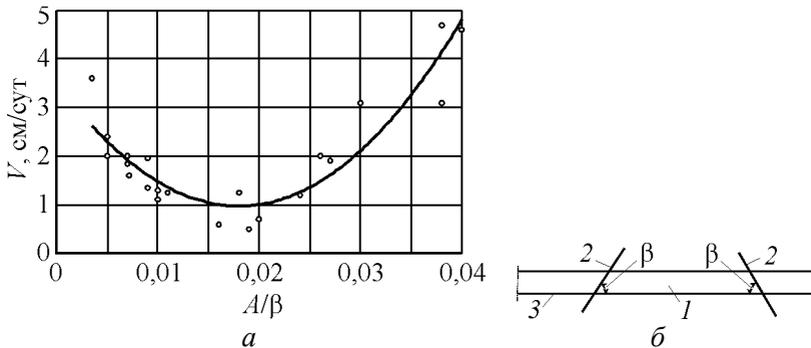


Рис. 4. Изменение скорости пучения пород почвы выработки в зоне влияния мелкоамплитудных дизъюнктивных нарушений от отношения амплитуды смещения пласта к углу пересечения сместителя с почвой выработки: а – график изменения скорости пучения; б – схема пересечения выработкой сместителя; 1 – выработка; 2 – плоскость сместителя; 3 – почва выработки.

От угла, под которым сместитель нарушения пересекает выработку, зависит протяженность зоны влияния этого нарушения и величина смещения пород [2, 8, 9]. Кроме протяженности зоны влияния геологического нарушения на величину конвергенции пород в горных выработках оказывает влияние и амплитуда смещения пласта.

Так, максимальная скорость смещения почвы выработки (поддерживаемой в массиве) зависит от величины отношения амплитуды смещения пласта к углу пересечения почвы плоскостью сместителя (рис. 4). Причем минимальные значения скорости пучения пород почвы выработки (0,6 – 1,2 мм/сут.) наблюдаются при отношении равном $A/\beta = 0,01-0,024$. При меньших и больших значениях этого

Прогноз и управление состоянием горного массива

отношения наблюдается увеличение скорости пучения пород почвы выработки, которая достигает 3,5 – 4,7 мм/сут.

Из изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Конвергенция пород кровли и почвы у нарушений в выработках, поддерживаемых в массиве впереди зоны опорного давления, на 0,5 – 0,6 м больше, чем вне зоны влияния нарушения;

2. В зоне установившегося горного давления мелкоамплитудное дизъюнктивное нарушение оказывает меньшее влияние на конвергенцию пород по сравнению с вариантами поддержания выработки в массиве. При этом высота выработки уменьшается на 0,15 – 0,25 м больше, чем на участках, расположенных за зоной влияния нарушений;

3. Наибольшие смещения пород кровли и почвы наблюдаются у нарушения на сопряжении с лавой и составляют 0,4 – 0,7 м;

4. Скорость конвергенции пород кровли и почвы в зоне влияния нарушения в 1,35 – 1,5 раза больше, чем вне зоны его влияния.

5. Максимальная скорость смещения пород почвы в зоне влияния нарушения зависит от амплитуды смещения пласта и угла, под которым плоскость сместителя пересекает почву выработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заславский Ю.З., Мостков В.М. Крепление подземных сооружений. – М.: Недра, 1979. – 325 с.
2. Кольчик Е.И., Кольчик И.Е. Исследование влияния геологических нарушений на устойчивость выработок // Физико-технические проблемы горного производства. – Донецк: Алекс. 2002. - №5. – С. 61 – 64.
3. Прогнозный каталог шахтопластов Донецкого угольного бассейна с характеристикой геологических факторов и явлений. – ИГД им. А.А. Сковчинского. – М.: ИГД им. А.А. Сковчинского, 1983. – 499 с.
4. Структурная геология Донецкого угольного бассейна. – М.: Недра. – 1985. – 149 с.
5. Разрывные нарушения угольных пластов // Н.С. Геобер, В.Е. Григорьев, Ю.Н. Дупак и др. – Л.: Недра. – 1979. – 190 с.
6. Шаповал Н.А., Курицын Б.И., Морозова Н.В. Влияние геологических нарушений на устойчивость боковых пород и проявление внезапных выбросов в лавах крутых пластов Донбасса // Уголь. – 1975. - № 3. – С. 11 – 13.

Прогноз и управление состоянием горного массива

7. Методические указания по применению способа обнаружения зон опасной концентрации механических напряжений в угольных пластах по аномальному изменению акустических свойств угля. – Донецк: ДонФТИ. – 1991. – 17 с.
8. Ланда А.И. Исследование и оценка устойчивости горных выработок, сооружаемых в зонах геологических нарушений. – Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.15.02. – ДПИ. – Донецк: 1982. – 22 с.
9. Егоров П.В., Долгополова Т.И. Временное руководство по определению размеров зон тектонического влияния у разрывов и замках складок. – Л.: ВНИМИ. – 1971. – 56 с.
10. Шкурский Е.Ф. Прогноз малоамплитудной тектонической нарушенности глубоких горизонтов шахтных полей Алмазно-Марьевского угленосного района (Донбасс): Автореф. дис... канд. геол.- мин. наук: 04.00.16 / ДГИ. – Днепропетровск, 1976. 23 с.
11. Приходченко В.Ф. Палеотектонические условия образования и закономерности пространственного расположения малоамплитудных разрывов угленосной формации Донбасса: Автореф. дис... докт. геол. – мин. наук: 04.00.16 // ИГГИ. – Львов, 1998. – 36 с.
12. Ващенко В.И. Особенности проявления мелкоамплитудной тектонической нарушенности угольных пластов Красноармейского геолого-промышленного района // Геологический журнал. – 1985. - № 6. – С. 38 – 41.
13. Назимко В.В., Мерзликин А.В. Опыт применения нейронных сетей и генетического алгоритма для прогноза малоамплитудных нарушений // Научные труды ДонГТУ. Серия: горно-геологическая. – 2002. - № 54. – С. 170 – 183.
14. Кольчик И.Е. Влияние нарушенности угольных пластов на динамику газовыделения // Геотехнічна механіка: Між від. зб. наук. праць. – Дніпропетровськ: ІГТМ НАНУ, 2005. – Вип. 56. – С. 97-100.
15. Совершенствование технологии сохранения устойчивости повторно используемых выемочных выработок при обратном порядке отработки лав // А.Ф. Булат, А.Д. Алексеев, Л.В. Байсаров и др. – Донецк: ДУНВГО, 2004. – 24 с.