

инженерный способ защиты от эрозии, а также как противооползневое мероприятие, способствующее стабилизации откоса или нерабочего борта в долгосрочной перспективе.

Список литературы

1. Ковров А.С. Моделирование устойчивости борта карьера методом конечных элементов / А.С. Ковров // Форум гірників–2010: Матеріали міжнар. конф. 21–23 жовт. 2010 р.: доп. – Д.: Національний гірничий університет, 2010. – Т.2. – С. 94–102.
2. Нурпеисова М.Б., Ковров А.С. Управление устойчивостью карьерных откосов: монография / М-во образования и науки Украины; Нац. горн. ун-т. М-во образования и науки Республики Казахстан; Каз. нац. исслед. техн. ун-т. – Д.: Литограф, 2016. – 363 с.
3. Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов. М., 1965. – 378 с.
4. Ковров А.С. Моделирование устойчивости борта карьера методом конечных элементов / А.С. Ковров // Форум гірників–2010: Матеріали міжнар. конф. 21–23 жовт. 2010 р.: доп. – Д.: Національний гірничий університет, 2010. – Т.2. – С. 94-102.
5. Воробков Л.Н., Шестаков В. М. и др. Водопонижение в гидротехническом строительстве. Госстройиздат. 1960, 312 с.
6. Шестаков В. М., Кузнецова Н. Л. Фильтрационная устойчивость песчаных откосов. Труды института ВОД ГЕО, 1958, 237 с.
7. Ракишев Б.Р., Ковров А.С., Молдабаев С.К., Бабий Е.В. Обеспечение геомеханической устойчивости насыпей для конвейеров при циклично-поточной технологии / Вестник НАН Республики Казахстан, Т.2. – №360 (2016). – С. 103-110.
8. Ракишев Б.Р., Ковров А.С., Федотов В.В. Геомеханическая оценка армирующих свойств корневых систем древесной растительности на склонах и техногенных откосах / Журнал «Разработка месторождений полезных ископаемых». – Днепропетровск: Национальный горный университет, 2015. – С. 355–362.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЫБРОСООПАСНЫХ ЗОН НА УГОЛЬНОМ ПЛАСТЕ d_4 ШУ «ПОКРОВСКОЕ» ПО ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ УКЛОНОВ

*С.П. Минеев, Р.А. Дякун, А.А. Кострица, Институт геотехнической механики
им.Н.С. Полякова НАН Украины, Украина
А.С. Янжула, М.А. Кишкань, А.А. Гулай, ШУ «Покровское», Украина*

Приведены результаты исследований физико-механических характеристик угля пласта d_4 обрабатываемого на ШУ «Покровское» и выявлены потенциально выбросоопасные зоны 12 южной лавы блока № 10.

В настоящее время одной из причин неудовлетворительной работы угледобывающей отрасли является недостаточное развитие либо недостаточный учет имеющейся информации о данных горно-геологических условий отработки выбросоопасных угольных пластов на больших глубинах в тектонически нарушенном углепородном массиве. Целью данной работы является определение потенциально выбросоопасных зон и опасных по внезапным выделениям метана из угля и вмещающих угольный пласт пород и спутников-пластов, при отработке угольного пласта d_4 12 южной лавы блока №10 ШУ «Покровское».

Угольный пласт d_4 в рассматриваемых условиях широко пересечен малоамплитудными геологическими нарушениями. Основой для проведения данных исследований стала методика определения техногенных зон методом удельной изменчивости уклонов [1-4], а исходной информацией для проведения исследований служили данные маркшейдерских замеров высотных отметок почвы угольного пласту d_4 , выполненные через 20м по 11 и 12

южных конвейерных штреков 12 южной лавы блока №10. Анализ технических решений по прогнозу и безопасному ведению горных работ на выбросоопасных угольных пластах в зонах горно-геологических нарушений, геологические особенности и технологические параметры, необходимые для проведения данной работы были проведены ранее в работе [5].

В соответствии с [1-4] определение удельной изменчивости уклонов выполнялось по профильным линиям через 20 м в пределах площади 12 южной лавы. При проведении исследований определялись высотные отметки почвы пласта, превышение его смежных участков, а также рассчитывались уклоны, первые их разности, удельная изменчивость уклонов и отношение удельной изменчивости уклонов аномальных и спокойных зон.

Методика выполнения расчетов в принятом нами способе прогноза заключалась в следующем [2].

Исследуемый нами участок условно разделяется на профильные линии и методом интерполяции определялись их высотные отметки

$$Z_{пр} = 1/L * \Delta Z + Z \quad (1)$$

Где L – расстояние между исходными профилями, м;

ΔZ – разность отметок между профилями интерполяционного интервала, м;

Z – отметка исходной точки интерполяционного интервала, м.

Следующим этапом определялись все отметки точек пересечения соединительных линий с профильной и вычислялись уклоны i на данном участке по формуле:

$$i = (Z_{пр(a)} - Z_{пр(б)}) / Z_{a-б} \quad (2)$$

где $Z_{пр(a)}$, $Z_{пр(б)}$ – отметки пласта в смежных точках a и $б$ на профильной линии, м.

Все расчеты производились с учетом знаков отметок.

Поскольку очевидно, чем больше изменяются уклоны в отдельных сечениях, тем сложнее рельеф поверхности пласта, то в связи с этим изменчивость формы скрытой поверхности пласта целесообразно оценивать посредством определения первых разностей уклонов $\Delta i = i_2 - i_1$ вдоль профильной линии.

При этом показатель абсолютной изменчивости J_a формы поверхности вдоль профильной линии вычислялся по формуле:

$$J_a = \Sigma / \Delta i \quad (3)$$

Следует отметить, что если показатель J_a разделить на длину L участка профильной линии, вдоль которой он вычислялся, то получим показатель характеризующий относительную или удельную изменчивость формы поверхности в данном направлении, отнесенную к единице длины профиля.

$$J_L = J_a / L \quad (4)$$

Тогда отношение удельной изменчивости уклонов локально исследуемого участка к усредненному значению удельной изменчивости всей профильной линии даст возможность определить [2] потенциально выбросоопасные зоны исследуемого участка скрытой поверхности угольного пласта.

По 11 южному конвейерному штреку. От ПК 149 до ПК 127 (рис.1-2) в основном на данном интервале прослеживаются величины значения относительной изменчивости уклонов от 2,0 до 3,7 при этом в случае значения более 3 возможны проявления внезапных выбросов [4] угля и газа. Значения от 2 до 3 судя по данным начального газовыделения из шпуров при проведении 11 и 12 южных конвейерных штреков следует ожидать проявления повышенных выделений газа из угля и вмещающих пород. На ПК 149 опасная по внезапному

газовыделению зона в сторону 12 южного конв. штрека распространяется на длину 50м, на ПК 137 на длину 120м и на ПК 132 на длину до 200м.

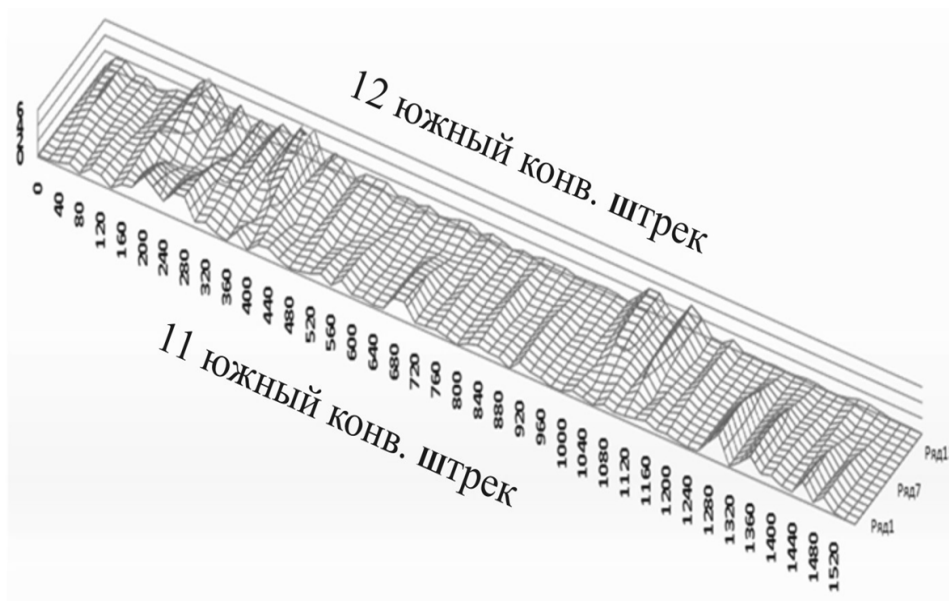


Рис. 1. Изменение отношений удельной изменчивости уклонов аномальных и спокойных зон в трехмерной постановке

На ПК 149-148 и ПК 139-137 значения относительной изменчивости уклонов ($K_{\text{укл}}^{\text{уд}}$) от 2 до 3 предположительно могут проявляться повышенные газовыделения. На ПК 134-133 появляется зона с $K_{\text{укл}}^{\text{уд}} = 2-3$ на ПК 133-131+5 $K_{\text{укл}}^{\text{уд}} = 3-4$ что соответствует выбросоопасной зоне. На ПК 131+5-130 $K_{\text{укл}}^{\text{уд}} = 2-3$.

На ПК 72-69 прослеживается зона с $K_{\text{укл}}^{\text{уд}} = 2-3$.

На ПК 30-29 $K_{\text{укл}}^{\text{уд}} = 2-3$ с переходом на ПК 29-27 к значению $K_{\text{укл}}^{\text{уд}} = 3-4$ – потенциально выбросоопасной зоной. На ПК 27-25 $K_{\text{укл}}^{\text{уд}} = 2-3$. На интервале ПК 24-22+2 $K_{\text{укл}}^{\text{уд}} = 2-3$ с переходом на ПК 22-20 для $K_{\text{укл}}^{\text{уд}} = 3-4$ (потенциально выбросоопасная зона) и снижением на ПК 20-19 до $K_{\text{укл}}^{\text{уд}} = 2-3$.

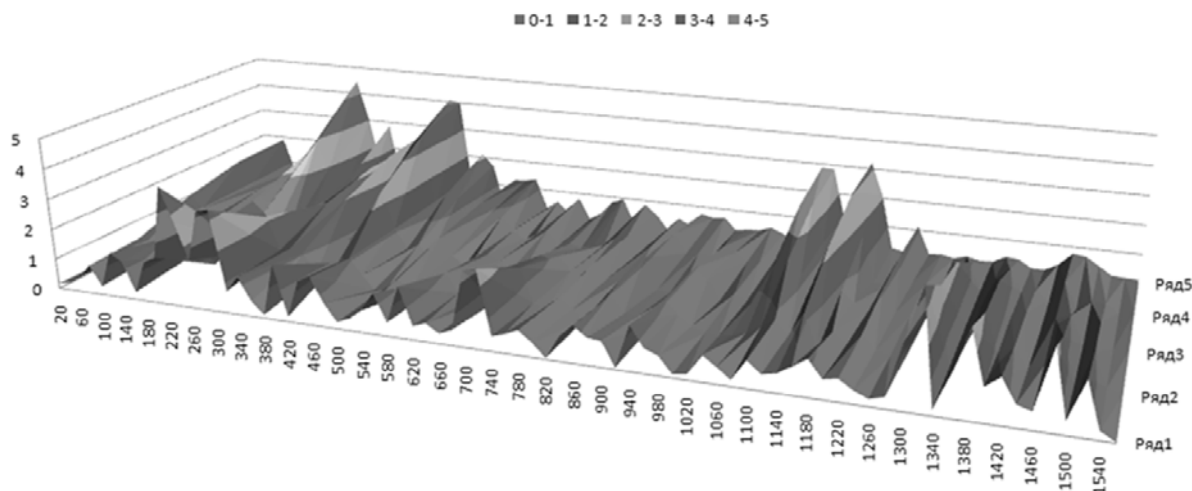


Рис.2. Изменение отношений удельной изменчивости уклонов аномальных и спокойных зон в трехмерной постановке в контрастной гамме

Со стороны 12 южного конвейерного шрека на интервале ПК 103-102 $K_{\text{СВ}}^{\text{ГД}} = 2-3$ опасное по повышенным газовыделениям. На ПК 102-101 просматривается потенциально опасное по внезапным выбросам угля и газа с $K_{\text{СВ}}^{\text{ГД}} = 3-4$. На интервале ПК 101-100 $K_{\text{СВ}}^{\text{ГД}} = 2-3$. на ПК 96+5-ПК 92 $K_{\text{СВ}}^{\text{ГД}} = 2-3$. На ПК 29+5-ПК 29 $K_{\text{СВ}}^{\text{ГД}} = 2-3$ с переходом на интервале ПК 29 - ПК 25+3 в потенциально выбросоопасную зону с $K_{\text{СВ}}^{\text{ГД}} = 3-5$. В последующем в интервале ПК 25+3-ПК 23 в зону потенциально повышенного газовыделения с $K_{\text{СВ}}^{\text{ГД}} = 2-3$. На ПК 22+5-ПК ПК 21+5 на расстоянии 50-110 м в сторону 11 южного конвейерного штрека наблюдается потенциально потенциально выбросоопасная зона с $K_{\text{СВ}}^{\text{ГД}} = 3-4$. В интервале ПК 20-16,5 прослеживается в сторону 11 южного конвейерного штрека на интервале 120-200м зона потенциально повышенного газовыделения с $K_{\text{СВ}}^{\text{ГД}} = 2-3$.

На ПК 15-13 прослеживается зона с потенциально повышенным газовыделением с $K_{\text{СВ}}^{\text{ГД}} = 2-3$. На ПК 11-4 прослеживается зона с $K_{\text{СВ}}^{\text{ГД}} = 2-3$ с переходом в потенциально выбросоопасную зону с $K_{\text{СВ}}^{\text{ГД}} = 3-5$.

По выше перечисленным данным для 12 южной лавы блока №10 ШУ «Покровское» угольного пласта d4 определены потенциально опасные зоны № 1-3 по внезапному проявлению газовыделения из угольного пласта и пластов-спутников, а также по проявлению внезапных выбросов угля и газа с привязкой к плану горных работ, что представлено на рис. 3.

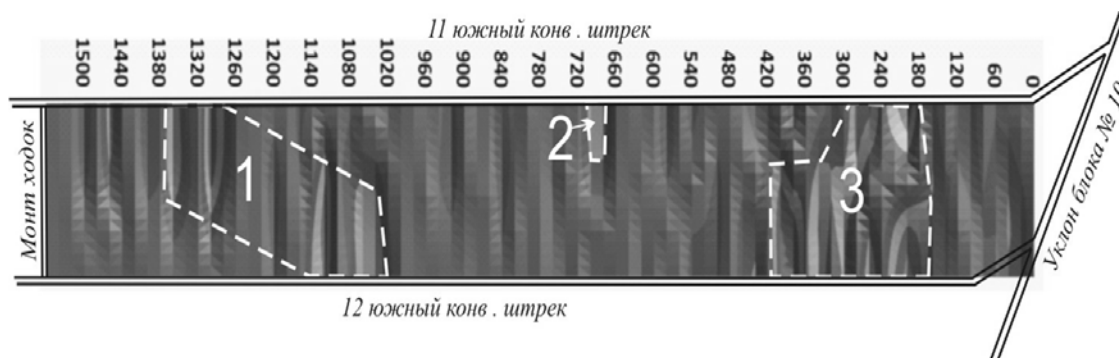


Рис. 3. Потенциально опасные зоны (№1-3) по внезапному проявлению газовыделения из угольного пласта и пластов-спутников, а также по проявлению внезапных выбросов угля и газа с привязкой к плану горных работ

Для определения характера деформирования угольного пласта при создании в нем напряженного состояния, которое возникает в зоне опорного давления впереди очистного забоя, при каких усредненных напряжениях сжатия происходит его динамическое разрушение с образованием тонкодисперсных фракций были проделаны следующие лабораторные исследования результаты которых представлены на рис. 4-6, на основе ранее разработанных методик [6-9].

Из рис. 4 видно, что при достижении в образце усредненного напряженного сжатия, типа опорной зоны, на уровне 77 МПа происходит динамическое проявление перераспределения напряженного состояния внутри образца в качестве динамического отброса краевой части угольного материала образца в виде послойного отрыва с параллельным незначительным образованием тонкодисперсных фракций угля, что характеризует данный угольный пласт на уровне усредненных напряжений сжатия 75 МПа как выбросоопасный. В дальнейшем образец при увеличении напряженного состояния не проявляет явных акустических событий вплоть до уровня усредненного напряжения сжатия 190 МПа, где происходит его динамическое разрушение (двойная стрелка на рис. 4) с переходом угольного материала до размеров уровня тонкодисперсных фракций за счет реализации всей потенциальной упругой энергии сжатия заключенной в образце на момент начала процесса разрушения.

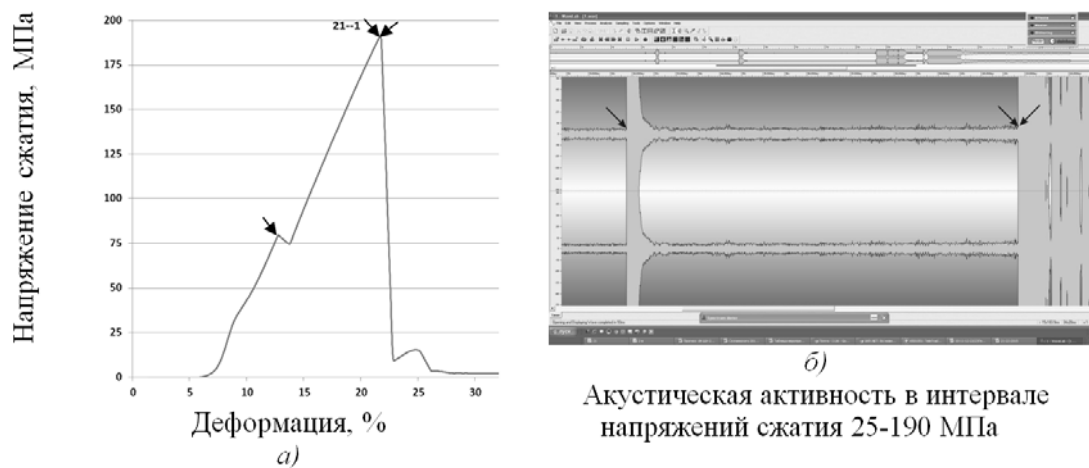


Рис. 4. Испытание на прочность (а) образцов угля из 11 южного конв. штрека (ПК 77) при моделировании в образцах опорной зоны горного давления возникающего в угольном пласте впереди очистного забоя и характерная акустическая эмиссия (б) исходящая от образца во время испытаний (стрелкой показано момент частичного разрушения типа удар с сохраненной несущей способностью образца; двойной стрелкой показано начало динамического разрушения образца)

Был проделан эксперимент (рис. 5) в случае, когда в образце не проявляется перераспределение напряженного состояния при его нагружении типа удара и при значениях напряжений сжатия угольного образца значительно превышающих 75 МПа был проделано явление разгрузки от напряжений сжатия, что легко осуществимо в шахтных условиях при отработке высоконагруженными лавами угольных пластов на больших глубинах в условиях тектонически нарушенного газонасыщенного углеродного массива при перераспределении равновесия между опорной и подработанной зонами углеродного массива в качестве образования заколов и обрушений в основной кровле или почве угольного пласта.

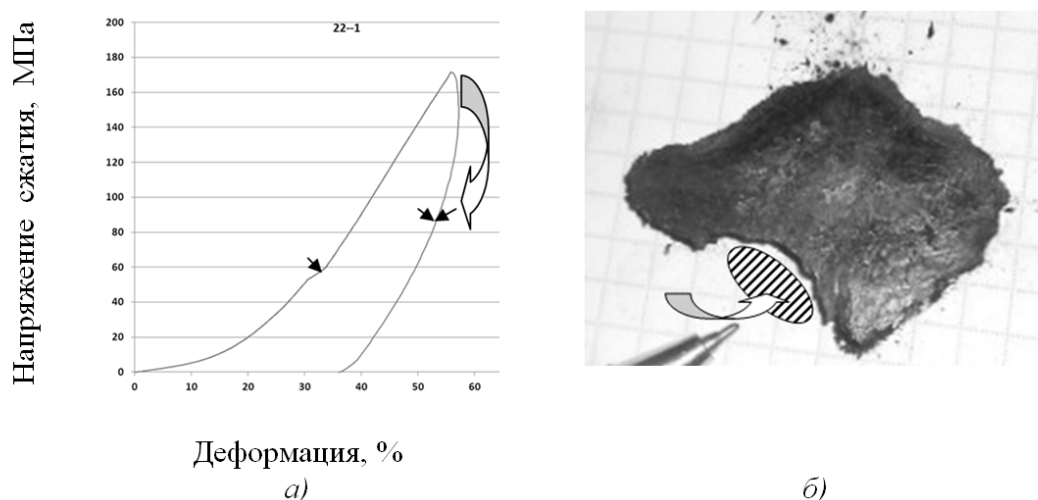



Рис. 5. При резкой разгрузке с 170 МПа на уровне напряженности 90 МПа произошло динамическое разрушение по радиально-послойному механизму а) – изгибающейся стрелкой показан интервал резкой разгрузки перед разрушением по радиально-послойному механизму; б) – изгибающейся стрелкой указывающей в штриховую область показано место образования полости выброса по радиально-послойному механизму (одиночная малая стрелка – проявление незначительной динамической активности типа послойный отрыв; и двойная малая стрелка – динамическое разрушение с образованием полости выброса)

Важность данного эксперимента заключается в том, что в тектонически нарушенном массиве напряженность может быть как менее, так и более геостатической, т.е. в случае когда при подходе к тектоническому нарушению напряженность менее геостатической, то наложение напряженности от зоны опорного давления впереди очистного забоя до уровня менее 75 МПа (см.рис. 4), не приведет к динамическому проявлению горного давления в виде внезапного выброса угля и газа. Также в случае, когда вблизи тектонического нарушения напряженность более геостатической, но менее 75 МПа, то при подходе очистного забоя происходит донагружение массива за счет опорной зоны впереди забоя, может быть достигнут уровень напряженности 75 МПа и естественно произойдет динамическое явление, типа удара (см. рис.4, одиночная стрелка). Но в случае, когда в результате произошедших тектонических перемещений и разрывов массива напряженное состояние в углепородном массиве превышает значение 75 МПа, то при подходе очистным забоем к такой зоне и донагружением массива впереди очистного забоя техногенным опорным давлением, акустической активности в угольном пласте не происходит (см. рис. 4а, акустическая активность между одиночной и двойной стрелками) и в этом случае может произойти два типа динамического проявления горного давления.

Первый – посредством донагружения угольного пласта зоной повышенного горного давления впереди очистного забоя будет достигнут предел прочности (см. рис.4, двойная стрелка) предельно напряженного угольного пласта, т.е. произойдет реализация всей накопленной упругой энергии пластом в результате тектонических перемещений в массиве и техногенной зоны опорного горного давления в виде мощного газодинамического явления.

Второй – произойдет образование закола во вмещающих угольный пласт горных породах и образуется волна разгрузки, которая наибольший эффект разгрузки проявит в области наибольшего концентратора напряжений – зоны опорного давления очистного забоя. Результат данного сценария промоделирован в лабораторных условиях и показан на рис. 5. Данное явление также показано в работах [6-8]. В частности из рис. 5 следует, что при разгрузке предельно напряженного угля с 170 МПа, на уровне 90 МПа произошло динамическое разрушение по радиально-послойному механизму, и представлена полость (см. рис. 5,б) образованная в результате отброса краевой части угля в виде тонкодисперсных фракций. Т.е. важным фактором в прогнозе выбороопасности угольного пласта является знание напряжений сжатия при которых в нем проявляются динамические явления, а также напряженность углепородного массива как в зонах повышенных, так пониженных значений удельной изменчивости уклонов скрытой поверхности пласта на подготовленном к отработке участке.

Подобными свойствами обладают образцы даже после проявления в них удара и при разгрузке с 132 МПа на уровне 72 МПа произошло динамическое разрушение по радиально-послойному механизму, что показано на рис. 7.

В целом из рис. 1-3 следует, что потенциально опасные зоны к проявлению газодинамических явлений по критерию представленном в работах [2,4] при значении относительной изменчивости уклонов  более трех, находятся в интервале ПК 29-21, ПК 10-6, ПК 102-101 со стороны 12 южного конвейерного штрека и на ПК 29-20, ПК 132,5-131 со стороны 11 южного конв. штрека, при этом на участке ПК 132,5-131 нет проявления тектоники, что может указывать о потенциально более напряженном состоянии углепородного массива, и нахождении данной зоны на расстоянии 250 м от монтажного ходка при длине забоя 12 южной лавы 300 м, говорит о вероятности первичного обрушения основной кровли именно при отработке в этой зоне, а по данным эксперимента на рис. 5-6 возможно проявления динамического разрушения угля при разгрузке, в данном случае рассматривается разгрузка в результате обрушения основной кровли, а также наложение дополнительного повышенного газовыделения из вмещающих пород.

Выявление зон высокой удельной изменчивости уклонов скрытой поверхности угольного пласта по предложенной методике дает возможность проектирования дополнительных мер по дегазации обрабатываемого угольного пласта и вмещающих пород, пластов-спутников в

тех областях массива, где содержание свободного метана имеет аномально повышенное значение, что в свою очередь при обработке угольного пласта и сдвижения вмещающих пород может дать повышенное нестационарное газовыделение в очистной забой и участковые выработки.

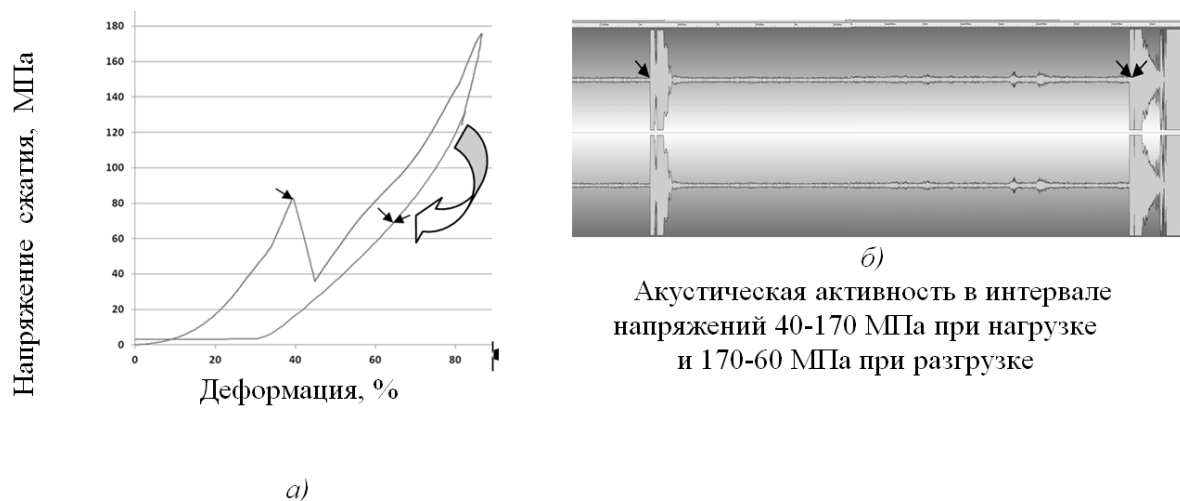


Рис.6. Испытание на прочность образцов угля при моделировании в угольном пласте опорной зоны из 11 южного конв. штрека ПК 83 и характерная (б) акустическая эмиссия; при резкой разгрузке с 132 МПа на уровне 72 МПа произошло динамическое разрушение по радиально-послойному механизму. Изгибающейся стрелкой показан интервал резкой разгрузки перед разрушением по радиально-послойному механизму (двойная стрелка и см. рис. 5)

Также в этих зонах будет проявляться повышенные обрушения кровли в очистном забое, что в свою очередь может привести к повышенному газовыделению, прорыву газа из вмещающих пород и возникновению газодинамического явления.

Свойства пласта d_4 ШУ «Покровское» сходны с свойствами угля пласта h_{10} шахты им. Скочинского [9] при этом перераспределение в предельно напряженном угольном образце типа «удар» происходит на уровнях 75 (пласт d_4) и 50 МПа (пласт h_{10}) соответственно. На ш. им. Скочинского на глубинах более 1000 м применяется ограничение подвигания забоя – не более 30 м/мес и осуществляется гидрорыхление пласта по всей длине очистного забоя для предотвращения проявления внезапных выбросов угля и газа. Так как для угля 12 южной лавы пласта d_4 ШУ «Покровское» удар проявляется при усредненном напряжении сжатия 75 МПа, то в таких ограничениях по подвиганию очистного забоя нет необходимости для глубины 950 м. Однако такие проблемы, по нашим расчетам, могут возникнуть, при неизменных упруго-пластичных свойствах угля d_4 , с глубины 1300 м.

Влияние аномальных зон по проявлению повышенных значений относительной удельной изменчивости уклонов скрытой поверхности угольного пласта на интенсивность подвигания очистного забоя.

Исследования проводились с целью прогноза ведения интенсивности очистных работ на основе реальных данных взятых из плана горных работ по блоку №10 по двум лавам, которые с одной стороны имели ранее отработанную лаву, см. рис. 7-8. Были обработаны профили участковых выработок по рассмотренной выше методике [1-4] и сопоставлены значения относительной удельной изменчивости уклонов скрытой поверхности угольного пласта с интенсивностью подвигания соответствующих очистных забоев.

Из рис. 7 следует, что при значениях относительной удельной изменчивости уклонов угольного пласта ниже 2 указывает на то, что подвигание очистного забоя варьируется в интервале 3-5 м/сутки. При устойчивом, а именно на протяжении 300 метров, значении

относительной $K_{уд}$ удельной изменчивости уклонов угольного пласта равной 2 происходит существенное влияние на подвигание очистного забоя в сторону его снижения до уровня в интервале значений 0-3 м/сутки. Но за 150 метров до окончания зоны с значением $K_{уд} = 2$ скорость подвигания очистного забоя возрастает, что указывает, в случае существенного влияния на очистные работы газового фактора, что находясь еще в этой зоне сдвигание массива уже не влияет на повышенное газовыделение, а весь газ вышел уже из потенциальных источников газовыделения заранее, т.е. из-за влияния техногенно возникающей зоны опорного давления впереди очистного забоя, а сдвигание массива позади очистного забоя, что обычно считается естественным, не способствует повышению газовыделения благодаря развитию процессов разгрузки и дезинтеграции газоносных источников. Из этого следует, что основные процессы дегазации в данном случае, возможно, происходят впереди очистного забоя.



Рис.7. Изменение относительной удельной изменчивости уклонов угольного пласта и скорости подвигания очистного забоя 6-ой южной лавы блока №10 на различных пикетах участковой выработки



Рис.8. Изменение относительной удельной изменчивости уклонов угольного пласта и скорости подвигания очистного забоя 5-ой южной лавы блока №10 на различных пикетах участковой выработки

Из рис. 8 следует, что при значениях $K_{\text{уд}}$ находящихся на уровне единицы, подвигание очистного забоя достигает интервала значений 5-8 м/сутки, в среднем 6 м/сутки; при кратковременном увеличении $K_{\text{уд}}$ до значения 3,5 на пути отработки угольного пласта подвигание очистного забоя снижается с 7 до 5 м/сутки.

Более высокие темпы подвигания очистного забоя для 5 южной лавы по отношению к 6 южной лаве объясняются тем, что соседняя с 5 южной, 4 южная лавы была отработана за два года до запуска 5 южной лавы, т.е. процесс естественной дегазации и миграции газа из углепородного массива в пределах 5 южной лавы в сторону выработанного пространства 4 южной лавы проходил в течении двух лет и по сути выработанное пространство 4 южной лавы явилось резервуаром для мигрирующего газа из вмещающих пород массива 5 южной лавы. А 6 южная лавы была запущена через год после отработки смежной 5 южной лавы, т.е. процесс миграции газа и время задействованное для естественной дегазации углепородного массива 6 южной лавы по отношению к 5 южной лавы были в два раза меньше.

По данным проведенных исследований на основе расчета о изменении $K_{\text{уд}}$ по длине (рис. 9) выемочного столба 12 южной лавы можно сделать прогноз о ее темпах отработки с привязкой к пикетам по 11 южному конвейерному штреку:

- ПК150-100 подвигание в среднем 3,5-5,5 м/сут,
- ПК 100-40 подвигание в среднем 4,0-6,0 м/сут,
- ПК 40-10 подвиг в среднем 1,0-2,0 м/сут, возможны вынужденные простои.



Рис.9. Изменение относительной удельной изменчивости уклонов угольного пласта и подготовленного к отработке участка 12-ой южной лавы блока №10 на различных пикетах участковой выработки

Выводы

По предложенной методике определения относительной изменчивости удельных уклонов скрытой поверхности угольного пласта определены потенциально опасные зоны № 1-3 (см. рис. 3) по внезапному проявлению газовой выделению из угольного пласта и вмещающих пород по внезапным выбросам угля и газа на пласте d_4 12 южной лавы блока №10 «ШУ Покровское».

Проведены испытания на прочность образцов угля отобранного из участковых выработок 12 южной лавы блока №10 «ШУ Покровское» при моделировании на образцах опорной зоны горного давления возникающего в угольном пласте впереди очистного забоя. Установлено, что пороговым значением усредненной напряженности в зоне опорного давления угольного пласта является значение 75 МПа, при достижении которого происходит динамическое перераспределение напряженности в образце типа удар с отбросом тонкодисперсных фракций от его краевой части.

Показано, что в случае напряженного состояния во вмещающем угольный пласт массиве, превышающим значение 75 МПа, при его отработке никаких динамических событий не будет происходить, если не будет достигнут предел прочности угольного пласта в опорной зоне на уровне 180 МПа или если не произойдет разгрузка зоны опорного давления в угольном пласте, в этом случае возможно проявление внезапного выброса угля и газа (см. рис. 5).

Выявление зон высокой удельной изменчивости уклонов скрытой поверхности угольного пласта по предложенной методике дает возможность проектирования дополнительных мер по дегазации обрабатываемого угольного пласта и вмещающих пород, пластов-спутников в тех областях массива, где содержание свободного метана имеет аномально повышенное значение, что в свою очередь при отработке угольного пласта и сдвижения вмещающих пород даст повышенное нестационарное газовыделение в очистной забой и участковые выработки.

Важным фактором в прогнозе выбросоопасности угольного пласта является знание напряжений сжатия при которых в нем проявляются динамические явления, а также напряжения в зонах повышенных и пониженных значений удельной изменчивости уклонов скрытой поверхности пласта на подготовленном к отработке участке. Поэтому для более уверенного прогноза выбросоопасности на основе проведенных исследований следует, что на каждом подготовленном к отработке участке угольного пласта d_4 необходимы исследования по пределу прочности и проявлениям ударов в угольных образцах с моделированием в них зоны опорного давления. После этого необходимы исследования данных маркшейдерских замеров по определению участков опасных по проявлению газодинамических явлений на подготовленном к отработке участке.

Список литературы

1. В.Н. Потураев, А.М. Брюханов, А.Н. Зорин Определение техногенных зон методом удельной изменчивости уклонов. Науковий вісник НГАУ, 2002, №3 – С.53-54.
2. В.Н. Потураев, Б.А. Грядущий, А.М. Брюханов, А.Н. Зорин М.В. Чурадзе Явление образования техногенных зон в областях изменения угла наклона горных пород (Диплом N 249) Научные открытия, 2004: (Сборник кратких описаний научных открытий, научных идей, научных гипотез) / сост. В.В.Потоцкий. - М., 2004. – Вып.1: 245-255. – С14-15
3. А.И. Осецкий Выявление вероятных тектонических нарушений и выбросоопасных зон / Осецкий А.И., В.Т. Глушко, А.Н. Зорин и др. – К.: Наукова думка, 1973. – 120с.
4. А.М. Брюханов, М.В. Чурадзе Определение потенциально выбросоопасных зон 1-й южной лавы шахты «Красноармейская – Западная №1». Науковий вісник НГАУ, 2002, №6 – С.53-54.
5. С.П. Минеев Горные работы в сложных условиях на выбросоопасных угольных пластах / Минеев С.П., Рубинский А.А., Витушко О.В., Радченко А.Г. – Донецк: Східний видавничий дім, 2010. – 604с.
6. Р.А. Дякун, К.К. Подоляк, И.Л. Дякун, В.Н. Светличный Моделирование динамического разрушения предельно напряженного угля по радиально-послойному механизму вблизи тектонического нарушения / Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках: матер. XXIII Межд. науч. школы / Таврич. нац. ун-т. – Симферополь, 2012. – С. 120-124.
7. Ю.И. Кияшко, Р.А. Дякун Механизм радиально-послойного разрушения угля в предельно-напряженном состоянии при разгрузке / Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках: матер. XVIII Межд. науч. школы / Таврич. нац. ун-т. – Симферополь, 2008. – С. 85-87.
8. Р.А. Дякун Визначення особливостей процесу утворення тонкодисперсних фракцій вугілля при його динамічному руйнуванні: автореф. дис. канд. техн. наук : 05.15.09 / Р. А. Дякун ; НАН України, Ін-т геотехн. механіки ім. М.С. Полякова. — Д., 2011. — 19 с.: рис. — укр
9. С.П. Минеев, Р.А. Дякун, А.А. Потапенко, П.Ю. Моисеенко Исследование свойств угля при его бурении и газо-водонасыщении Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників – 2014» / Національний гірничий університет. – Дніпр-вськ, 2014, Т.2. – С. 67-81.