

соединение группы шахт Макеевко - Донецкого региона.

Таким образом, на основании анализа современных скважинных геотехнологий, предварительного расчета технико-экономического обоснования от их применения и учитывая, что поверхностный комплекс шахт уже имеет вакуум-насосные станции можно сделать вывод о целесообразности проведения работ по извлечению метана на шахтах Центрального района Донбасса. При этом кап. вложения на проведение работ будут необходимы только на доставку метана к потребителю и модернизацию вакуум-насосных станций.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проблемы разработки тонких крутых пластов на больших глубинах / М.Ф. Малюга, В.Я. Рудой и др. - ЦНИИУголь, 1991.-52 с.
2. Руководство по применению способа дегазации и снижения выбросоопасности в нижней части полос, обрабатываемых щитовыми агрегатами, гидродинамическим воздействием через скважины. - К.: Госуглепром Украины, 1994.
3. Пояснительная записка к расчету параметров активной дегазации выбросоопасных угольных пластов Центрального района Донбасса. - Днепропетровск: ИГТМ НАН Украины.-1999.
4. Зберовский В.В. Новые принципы дегазации крутопадающих углегазовых месторождений // Уголь, 2002.- С. 51-55.
5. Типовой расчет экономического эффекта от внедрения способа вскрытия выбросоопасных угольных пластов квершлагами с применением гидродинамического воздействия на угольный массив через скважины. - М.: Госуглепром СССР, 1988.
6. Расчет фактического экономического эффекта от применения способа дегазации и предотвращения выбросов угля и газа методом гидродинамического воздействия через скважины в нижней части полос №20 и №21 пласта I<sub>3</sub> – «Мазурка» участка №81, отработанных щитовым агрегатом на шахте им. Ю.А. Гагарина. – Горловка-Днепропетровск: ПО «Артемуголь», 1989.

УДК 622.831.322:635

С.П. Минеев, А.А. Рубинский,  
А.Г. Радченко, А.Г. Исютин

### **ОЦЕНКА СВЯЗИ МЕЖДУ СЛОЖНОСТЬЮ СТРУКТУРЫ ПЛАСТА И ФОРМИРУЕМОЙ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА**

Показано зв'язок між складністю структури пласта та його викиднебезпечністю. Обґрунтовується потреба у використанні критерію оцінки газодинамічної активності вуглепородного масиву.

### **ESTIMATION OF COMMUNICATION BETWEEN COMPLEXITY OF LAYER STRUCTURE AND FORMED GAS-DYNAMICAL ACTIVITY OF COAL-ROCK MASSIVE**

The communication between complexity of layer structure and its emission danger is shown. Prove expediency of criterion use of estimation gas-dynamical activity of coal-rock massive.

Донецко-Макеевский район характеризуется сложными горно-геологическими условиями залегания угленосной толщи, высокой газоносностью и степенью тектонической нарушенности угольных пластов. Принято считать, что газодинамические явления (ГДЯ) реализуются на угольных пластах,

имеющих мощность более 0,2 м. С увеличением мощности пласта или же мощности наименее прочных пачек сила выброса при прочих равных условиях, как правило, возрастает. Причем, повышенная изменчивость мощности и прочностных свойств пласта также способствует повышению выбросоопасности. Так, согласно данным МакНИИ, порядка 70 % всех ГДЯ на пологих угольных пластах приурочены к пликативным и дизъюктивным нарушениям небольшой амплитуды.

По мнению ряда исследователей [1, 2, 3], повышению потенциальной выбросоопасности, кроме геологической нарушенности массива, способствует и сложное строение угольных пластов. Сложность структуры пластов характеризуется наличием угольных пачек и породных прослоев, слагающих угольный пласт, т.е. с увеличением сложности структуры увеличивается выбросоопасность рассматриваемого участка пласта. Последнее поясняется тем, что с увеличением сложности структуры пласта увеличивается и число полостей ослабления в пласте, которые проходят по контактам пласта с боковыми породами и между его отдельными пачками. Плоскости ослабления снижают устойчивость пласта, особенно при наличии на контактах различных примазок, дополнительных зеркал скольжения и пр. Между числом плоскостей ослабления  $C_{осл.}$  (на контактах угольных пластов с вмещающими породами и между пачками) и числом пачек в угольном пласте  $C_n$ . ИГД им. А.А. Скочинского установлена зависимость вида  $C_{осл.} = 0,1 + C_n$  с коэффициентом корреляции 0,92 [2]. На выбросоопасных участках угольного пласта среднестатистическое количество пачек, как правило, более чем вдвое, по сравнению, с неопасными участками такого же пласта, при этом, принято считать, что при наличии всего одной пачки угольный пласт обычно является неопасным. Так, согласно анализа, выполненного в работе [3], Донецко-Макеевский район характеризуется выбросоопасными угольными пластами со следующими структурными особенностями: а) две угольные пачки имеет 35 шахтопластов; б) три угольные пачки – 22 шахтопласта; в) четыре угольные пачки - 13 шахтопластов; г) пять угольных пачек – 5 шахтопластов.

Согласно анализа, проведенного в работах [2, 4, 5], на выбросоопасных участках угольных пластов Донецкого бассейна при средней прочности угля от 3,2 до 8,0 Мпа, глубинах отработки 240-960 м и измеренном давлении газа (0,3-8 МПа) число плоскостей ослабления изменяется от 0 до 6 при среднем значении более 3,3 и величине среднеквадратического отклонения порядка 1,5. В то же время, теми же исследованиями показано, что на неопасных участках угольных пластов в Донбассе среднее число плоскостей ослабления составляет порядка 1.

Вместе с этим, при ведении горных работ имеет место довольно частое и достаточно быстрое изменение конкретных горно-геологических условий: угольные и породные пачки изменяют свою мощность, как по падению пласта, так и простиранию; имеют место расщепления пласта на несколько угольных пачек и т.д. В таких условиях, обычно отмечается высокий уровень высыпаний разрушенных участков углепородного массива, вывалов, обрушений непосредственной кровли пласта, увеличивающиеся притоки воды из кровли, интенсификация выбросов газа и т.д.

фикация суфлярных и внезапных выделений газа, и, конечно же, выбросы угля и газа [3, 6].

По мере перемещения забоя выработки у производственников возникает необходимость непрерывного прогнозирования горно-геологических условий, заключающихся в: составлении прогнозных горно-геологических паспортов для ведения очистных и подготовительных работ; оценке условий залегания, глубины и степени изменчивости мощности породных и угольных пачек пласта, а также углов падения и простирания пластов и др. При этом учет влияния структурной сложности в этом прогнозе занимает весьма существенную роль. Поэтому, возникает задача оценить степень изменчивости как отдельной угольной пачки, так и пласта в целом по ряду показателей (углы, азимут падения и простирания пласта, мощность пласта, отметки почвы пласта и другие). Рассмотрению такой методики и посвящена данная статья, в которой авторами предложен новый подход, позволяющий прогнозировать зависимость изменчивости горно-геологических условий, вблизи проводимой выработки от изменения свойств и состояния угольного пласта на его различных участках.

В предложенной методике для объективной оценки сложности структуры угольного пласта предусмотрен учет изменчивости разрабатываемого пласта, чередование в нем угольных и породных пачек. В качестве параметров состояния массива (в нашем случае это структура пласта) авторами приняты – мощности угольных и породных пачек, а также в качестве параметра порядка были взяты суммы абсолютных значений первых разностей амплитуд мощностей породных, угольных пачек -  $\sum |\Delta A|$ . В анализируемой системе – (сложность структуры пласта) в качестве параметра в первом приближении взято количество угольных пачек в пласте; во втором приближении взято количество переходов: угольная пачка → породная пачка → угольная пачка → породная пачка. Таким образом, предлагаемая методика и позволяет производственникам учитывать изменчивость структурного строения угольных пластов при ведении горных работ.

В качестве характерного примера по использованию методики в практических условиях на рис. 1 приведена схема с наиболее типичными вариантами возможного изменения структуры угольных пластов в различных горно-геологических условиях.

Всего рассмотрено 9 наиболее характерных моделей структуры угольного пласта. Причем, структурные колонки размещены в порядке усложнения - от наиболее простых, до все усложняющихся. Так, к примеру, рассматривая некоторый конкретный угольный пласт с вынимаемой мощностью  $m = (1,0-1,2)$  м, при этом, в нем количество угольных пачек –  $n$  по пласту колеблется от 1 до 4; количество породных прослоек колеблется от 1 до 4; угол падения пласта составляет  $16^{\circ}-18^{\circ}$ . Согласно схемы, приведенной на рис. 1 на позициях 4 и 9 угольный пласт мощностью  $m=1,10$  м замещен частично породными прослойками; коэффициент замещения (% замещения) угольного пласта породой  $K_{пор.}=63,6\%$  и на п. 4 и на п. 9, однако горно-геологические условия в рассмот-

ренных случаях существенно отличаются. Поэтому, (из сравнения п. 4 и п. 9) следует, что коэффициент замещения угольного пласта для данного случая не может быть использован в качестве показателя, характеризующего строение пласта и определяющего его выбороопасность. В связи с этим, для уточнения прогнозной оценки использован более «чувствительный» критерий, позволяющий, производить оценку сложности структурного строения угольного пласта, с помощью коэффициента изменчивости, который рассчитывается используя зависимость:

$$K_{изм.} = \frac{\sum |\Delta'A| \cdot n_y \cdot K_m}{t}, \quad (1)$$

где  $t$  - вынимаемая мощность пласта;  $K_m$  - коэффициент масштаба;  $n_y$  - количество угольных пачек по пласту;  $\sum |\Delta'A|$  - сумма абсолютных значений первых разностей амплитуд мощностей породных, угольных пачек;  $K_{пер.}$  - коэффициент замещения угольного пласта породой, %;  $K_{изм.}$  - коэффициент изменчивости строения угольного пласта.

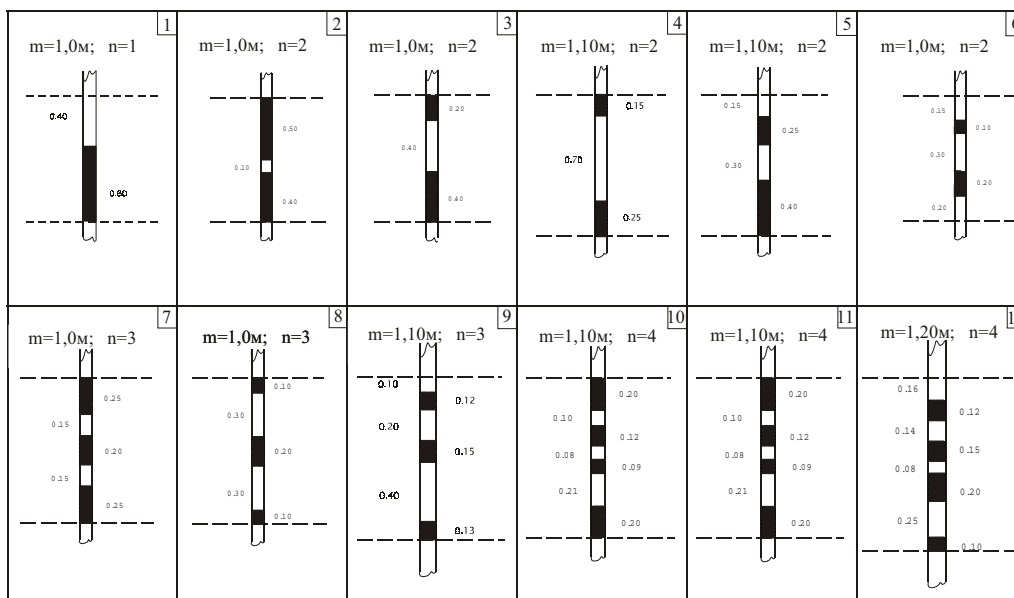


Рис. 1 – Схема наиболее типичных вариантов возможного изменения структуры угольного пласта для горно-геологических условий Донбасса.

Из приведенной на рис. 1 схемы характерных моделей структуры угольных пластов следует, что в простых случаях – п. 2 для пласта, имеющего две угольные пачки, и с небольшим прослойком породы  $m_{пор.} = 0,10$  м  $K_{изм.} = 240$ . С усложнением горно-геологических условий – п. 5, т. е. с увеличением мощности породных прослоек -  $m_{пор.} = 0,45$  м  $K_{изм.} = 454,5$ . При увеличении количества угольных пачек до трех (п. 8) и  $m_{пор.} = 0,60$   $K_{изм.} = 840$ . При дальнейшем увеличении сложности структурного строения пласта – (п. 12) количество угольных пачек равно  $n_y = 4$ ;  $m_{пор.} = 0,63$ ;  $K_{изм.} = 1886,6$ .

Таким образом,  $K_{изм}$  – коэффициент изменчивости угольного пласта, рассчитываемый по формуле (1) достаточно корректно учитывает возможное изменение горно-геологических условий, обладая высокой чувствительностью к изменению структурных особенностей пласта.

Суть рассматриваемой методики заключается в следующем. При подвигании очистных забоев по длине лавы необходимо выполнить 6 - 12 замеров структурных колонок, интегральной характеристики изменчивости горно-геологических условий по всей длине лавы может служить показатель  $K_{изм}$ :

$$K_{изм} = \frac{K_{из.1} + K_{из.2} + K_{из.3} + \dots + K_{из.n}}{L_{л}}, \quad (2)$$

где:  $K_{из.1}; K_{из.2}; \dots, K_{из.n}$  - коэффициент изменчивости структуры пласта по длине лавы;  $L_{л}$  - длина исследуемого забоя.

Коэффициенты изменчивости, рассчитанные по формулам (1, 2), позволяют выполнить сравнительный анализ различных участков шахтопластов и достаточно объективно оценить имеющие место изменения сложности их структурного строения, а тем самым иметь критериальную оценку степени выбросоопасности обрабатываемого угольного пласта.

Проверка адекватности предложенной методики по определению взаимосвязи реальной выбросоопасности и фактического изменения существующих горно-геологических условий была проведена в условиях шахты «Галовская» ГХК «Краснодонуголь» при проведении 711-го конвейерного ходка по пласту  $k_2$  с подрывкой пород почвы в направлении вентиляционной скважины №8 (см. рис. 2).

Пласт  $k_2$  выбросоопасен, общей геологической мощностью 1,9-2,2 м с углом падения 8-15° сложного двух-трех пачечного строения: верхняя пачка мощностью 0,20-0,25 м сложена полублестящим углем; верхний породный прослой представлен перемятым глинистым сланцем; средняя пачка мощностью 0,9-1,0 м сложена полублестящим фюзенизированным углем; нижий породный прослой мощностью 0,20-0,60 м сложен глинистым сланцем «кучерявчик»; нижняя угольная пачка мощностью 0,5-0,6 м сложена матовым углем. Природная газоносность 15 м<sup>3</sup>/т, выход летучих- 27,8 %

В непосредственной кровле пласта залегал известняк мощностью 0,4-0,6 м, прочностью  $f=9-10$ , неустойчивый, местами может замещаться сланцами. Выше известняка залегает среднеустойчивый глинистый сланец мощностью 0,5-1,5 м, имеющий коэф. прочности по шкале проф. М.М. Протодьяконова,  $f = 3-5$ . Основная кровля сложена устойчивым песчаником,  $f = 8-9$ , мощностью до 22 м.

В тектоническом отношении проводимый ходок расположен в зоне Дуванного надвига, имеющего амплитуду смещения 40-45 м. Ранее горными работами вскрывались непрогнозируемые мелкоамплитудные нарушения с амплитудой 0,3-5 м, где ранее в 1995 г при вскрытии нарушения 707 конвейерным ходком произошел выброс угля и газа.

Вертикальный разрез По левой стенке конвейерного ходка № 711 гор. 700 м.  
1:100

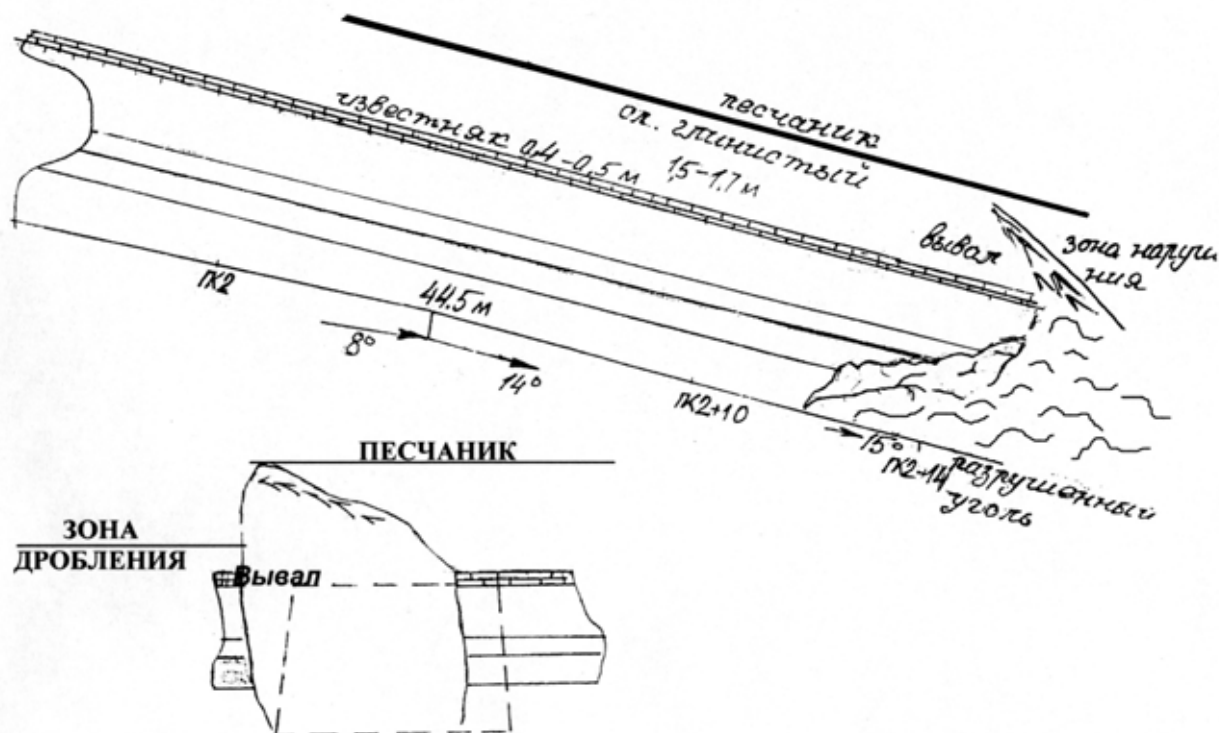


Рис. 2 – Схема реализации ГДЯ явления на шахте Таловская ГКХ Краснодонуголь

При проведении 711-го конвейерного ходка по пласту  $k_2$  в районе ПК2-14.30.08.02 г произошло газодинамическое явление. Интенсивность выброса составила 4-5 м, при этом выделилось  $1050 \text{ м}^3$  метана. Последующим осмотром забоя было установлено, что выработкой вскрыто непрогнозируемое мелкоамплитудное тектоническое нарушение типа «надвиг». Так, за десять метров до встречи нарушения угол падения пласта увеличился с  $9^\circ$  до  $15^\circ$ . Выработкой на 48 м было вскрыта трещина, простирающаяся в северо-восточном направлении, начиная от которой в направлении забоя в известняке отмечается повышенная трещиноватость. Средняя пачка угля в интервале 51-54 м была препарированной, спайки угля резко загнуты в сторону почвы, то есть структура пласта тектонически нарушена. Было также отмечено увеличение породного прослоя между средней и нижней пачками угля с 0,30 до 0,54 м. Зона дробления тектонического нарушения отмечена только в глинистом сланце, залегающем над известняком непосредственной кровли, что говорит о том, что выработка вошла в нарушение в начальной стадии (т.е. нарушение начиналось с отметки 54 м).

Данное нарушение в близлежащих выработках с аналогичным простираением отмечено не было. Мелкоамплитудные нарушения ранее встречаемые на данном горизонте быстро затухали и влияние на выработку оказать не могли.

Таким образом, предложенная методика учета сложности структурного

строения угольного пласта может быть частью более общей методологической проблемы по оценке потенциальной выбросоопасности обрабатываемых шахтами угольных пластов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ходот В.В. Внезапные выбросы угля и газа.- М.: Углетехиздат, 1961.- 363с.
2. Иванов Б.М., Фейт Г.Н., Яновская М.Ф. Механические и физико-химические свойства выбросоопасных угольных пластов. М.: Наука, 1979.- 195с.
3. Прогноз выбросоопасности угольных пластов и пород при разведке и доразведке месторождений/ А.Е. Ольховиченко, Б.М. Иванов, Ю.П. Зубарев и др.-К.: Техника, 1988.- 128с.
4. Исследование процессов возникновения внезапных выбросов угля и газа./ А.Э.Петросян, М.Ф.Яновская, Б.М.Иванов и др. -М.: Наука,1978.- 112с.
5. Агафонов А.В., Радченко А.Г., Бабенко И.В. Обоснование методологии исследования изменчивости свойств и состояний пологих нарушенных шахтопластов. // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах: Сб. научн. трудов МакНИИ.- 1996.- С. 250-256.
6. Минеев С.П., Рубинский А.А. Вопросы безопасности при обработке выбросоопасных пластов в нарушенных зонах// В кн.: Механика и разрушение горных пород.- Киев: Наук.думка, 1993.-С.147-153.

**УДК 622. 011. 43+519. 2**

С.К. Мещанинов

### **К РАЗРАБОТКЕ АЛГОРИТМА РАСЧЕТА УСТОЙЧИВОСТИ ПРИКОНТУРНОЙ ОБЛАСТИ МАССИВА, ВМЕЩАЮЩЕГО ВЫСОКОНАГРУЖЕННУЮ ЛАВУ**

Запропоновано та описано алгоритм розрахунку стійкості приконтурної області гірського масиву, вміщуючого високонавантажену лаву. Показано, що найбільш достовірний результат має бути одержано при використанні у якості інформативного параметру ентропії порід приконтурної області

### **TO ELABORATION THE ALGORITHM OF CALCULATION STEADINESS IN COUNTER MASSIF'S REGION, CONTAINS THE HIGH-LOADED LAVA**

There are offered and described algorithm of calculation the steadiness in-contour rock massif's region, contains the high-loaded lava. It is shown, that most reliable result may be obtained with using as quality as informative parameter the rock entropy of in-contour region

По данным работы [1], большинство приборов, применяющихся в настоящее время для измерения интенсивности взаимодействия механизированной крепи с боковыми породами - механического типа, обработка данных с которых основана на оценке средних величин просадки и изменении давления в гидравлических стойках крепи за определенные промежутки времени. Фактическое опускание кровли состоит из последовательных скачков, различающихся по величине и длительности действия. Величины скачков опускания определяются движущейся массой пород кровли, характеризующей короткоживущую динамическую систему. Такое «взвешивание» пород кровли с использованием механизированной крепи возможно только во время переходных динамических процессов при скольжении пород по линиям раскрытых трещин. В эти моменты давление на крепь представляет собой суперпозицию сил веса и реактивных сил