

дження технології „Газового горизонту” вугільних шахт Донбасу / А.Ф. Булат, І.М. Наумко, І.М. Зінчук [та ін.] // Геологія і геохімія горючих копалин. – Львів, 2005. № 2, – С.93-103.

25. Газогенерационные свойства углевмещающих пород Донбасса: результаты экспериментальных исследований / В.А. Привалов, В.А. Анциферов, Р.Ф. Саксенхофер, А. Изар // Геотехническая механика. Межвед. сб. науч. трудов – 2008. № 80. – С. 270-284.

26. Маметова Л.Ф. Катагенез газонасыщенных песчаников Алмазно-Мар'їнського району Донбасу / Л.Ф. Маметова // Геотехническая механика: межвед. сб. науч. Труды - 2012.- № 102.- С. 183-189.

УДК 622.831:537.86

Д-р. техн. наук Г.П. Стариков,
канд. техн. наук В.В. Завражин,
инженеры Я.В. Шажко, С.Е. Дегтярь
(ИФГП НАН Украины)
инж. Ш.В. Мамлеев
(ОП «Шахтерская-Глубокая»
ГП «Шахтерскантрацит»)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОВЫБРОСНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ВСКРЫТИИ КРУТОНАКЛОННЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

У статті описаний спосіб оцінки ефективності противовибірних заходів заснований на вимірюванні тиску метану та параметрів масопереносу у вугільних пластах при розкритті їх квершлагами.

EVALUATION THE EFFECTIVENESS MEASURES AGAINST OUTBURST BY OPENING STEEPLY INCLINED COAL SEAM

The paper describes a method for evaluating the effectiveness of measures against outburst based on measuring the methane pressure and mass transfer parameters in the opening coal seams of crosscut.

Предварительная оценка выбросоопасности и прогноз внезапных выбросов важны для своевременного принятия соответствующих решений и установления необходимых методов ведения горных работ на выбросоопасных пластах. Оценка выбросоопасности основывается на данных о свойствах горных пород, их напряженном состоянии, изменении свойств и газонасыщенности в процессе разработки.

Для предотвращения ГДЯ при вскрытии пластов стволами применяют бурение дренажных скважин, возведение каркасной крепи, гидрорыхление угольного пласта, а при вскрытии квершлагами и другими выработками кроме этих способов еще и гидровывывание угольного пласта, образование разгрузочных полостей (щелей) во вмещающих породах [1, 2]. Критерии оценки эффективности вышеперечисленных способов приведены в таблице 1.

Анализ представленных параметров свидетельствует, что вне зависимости от способов предотвращения ГДЯ при вскрытии угольных пластов контроль эффективности мероприятий осуществляется по уровню давления метана в угле. Естественно этот параметр при прочих равных условиях, является ключевым как при прогнозе, так и при оценке эффективности мероприятий.

Таблица 1 -Способы предотвращения ГДЯ и критерии оценки их эффективности

Способы предотвращения ГДЯ при вскрытии крутых пластов	Параметр, характеризующий эффективность способа	Предельное значение параметра, характеризующего эффективность способа
Вскрытие квершлагами и другими выработками с бурением дренажных скважин	Давление метана в пласте - P_2	$P_{эф} < 1 \text{ МПа}$
Вскрытие квершлагами с нагнетанием воды в пласт	Давление нагнетаемой воды - P_n	$P_{эф} \leq P_n/1,3$
Вскрытие квершлагами и другими выработками с гидровывыванием	Давление газа в 4-х метрах за контуром выработки	$P_{эф} < 1 \text{ МПа}$
Вскрытие квершлагами и другими выработками с возведением каркасной крепи		
Вскрытие квершлагами и другими выработками с гидродинамическим воздействием на пласт	Давление газа в 4-х метрах за контуром выработки (P_2) или скорость газовыделения (q)	$P_{эф} < 1 \text{ МПа}$ $q \leq 2 \text{ л/мин}$

Основным недостатком такого контроля эффективности является фактор времени, связанного с ожиданием установления сорбционного равновесия метана в контрольных скважинах, что приводит к значительному количеству ошибок первого рода (получено ГДЯ при прогнозе «безопасно»), и снижает достоверность контроля эффективности. Так же не учитывается кинетика массопереноса метана в угле, являющаяся функцией фазового состояния, гранулометрического состава, скорости разгрузки вскрываемого пласта и других физических и технологических факторов. Многообразие связей участвующих в газовыделении и вариации горно-геологических условий предопределяет необходимость разработки аналитических моделей и решений, взамен существующих эмпирических, не обладающих большой точностью.

Наиболее приемлемым направлением решения данной задачи является метод десорбметрии, интегрально учитывающей кинетику процесса десорбции метана из поровой системы угля в замкнутый объем [3].

В связи с этим основной целью работы является разработка способа оценки эффективности противовыбросных мероприятий по параметрам массопереноса метана в угле и апробация их при вскрытии склонных к ГДЯ угольных пластов.

Для этого необходимо установить закономерности степени влияния противовыбросных мероприятий на газодинамическое состояние угольного массива и изменения кинетики десорбции метана в накопительные емкости в зависимости от степени повреждения структуры.

Определение давления метана производится с использованием измерите-

ля ДС-03 [4] по методике, разработанной в ИФГП НАН Украины [5].

Для определения давления метана в угольном пласте отбор проб угля необходимо проводить в интервале от 24 до 48 часов после проведения противовыбросных мероприятий. Для этого бурится шпур №1 (рис. 1) до пересечения с угольным пластом и прорабатывается, то есть буровая штанга проворачивается без продвижения вперёд до полного выхода горной массы. После этого необходимо продолжить бурение шпура до полного перебуривания угольного пласта и собрать измельчённый уголь, который высыпается из шпура, в кассету из сит с ячейками – размеров 0,4мм; 0,5мм. Отсеять на ситах и гранулы размером 0,4÷0,5мм поместить в пробоотборники до полного их заполнения.

Производится поминутная фиксация показаний десорбции метана из угля для каждой фракции. Таким же образом получаем и пробы угля из шпура №2.

Определение давления в кювете и параметров массопереноса метана в угольном пласте должно производиться по показаниям десорбометра ДС-03.

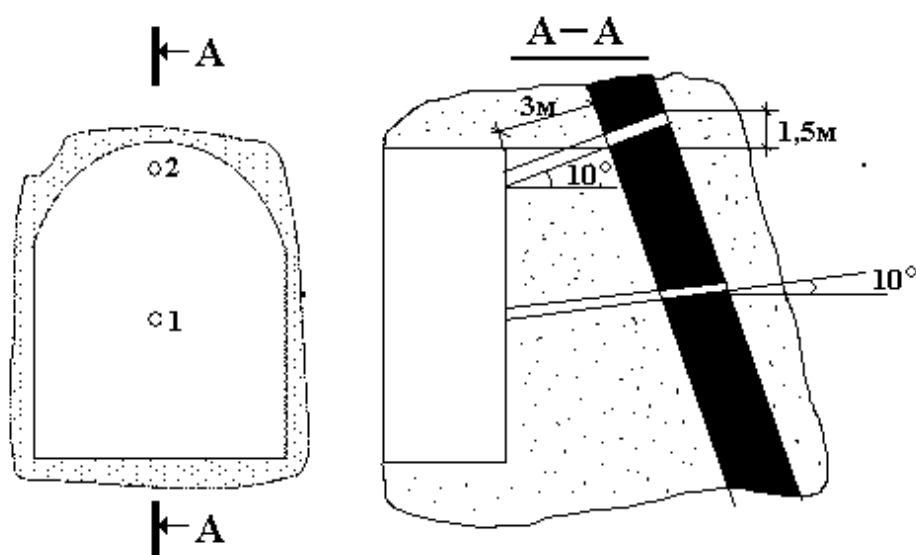


Рис. 1 - Схема расположения скважин в забое подготовительной выработки при вскрытии крутопадающих угольных пластов

Для определения коэффициента массопереноса метана необходимо использовать две фракции угля размерами 0,4-0,5 мм и 1,0-1,6 мм. Замер проводится на десорбометре ДС-03 аналогично замеру давления и количества метана в пласте.

Расчет коэффициента массопереноса производится по формуле:

$$D = \frac{R_1^2 * \ln P_2 - R_2^2 * \ln P_1}{6t \ln \left(\frac{P_2}{P_1} \right)} \quad (1)$$

где R_1, R_2 – размер фракций угля, мм; P_1, P_2 – относительное содержание метана в угле двух фракций; t – время, сек.

Оценка эффективности противовыбросных мероприятий производится по критерию:

$$B=0,44P_k+1,14\cdot 10^8D\geq 4 \quad (2)$$

где P_k - давление метана в кювете десорбметра; D - коэффициента массопереноса.

Если на каком-либо интервале отбора проб в любом из шпуров значение B больше или равно 4, применяемые мероприятия не эффективны.

На рис. 2 представлены кривые изменения давления метана в кювете прибора ДС-03 в зависимости от времени для двух фракций угля, полученные при вскрытии пласта m_3 «Толстый» шахты им. Румянцева.

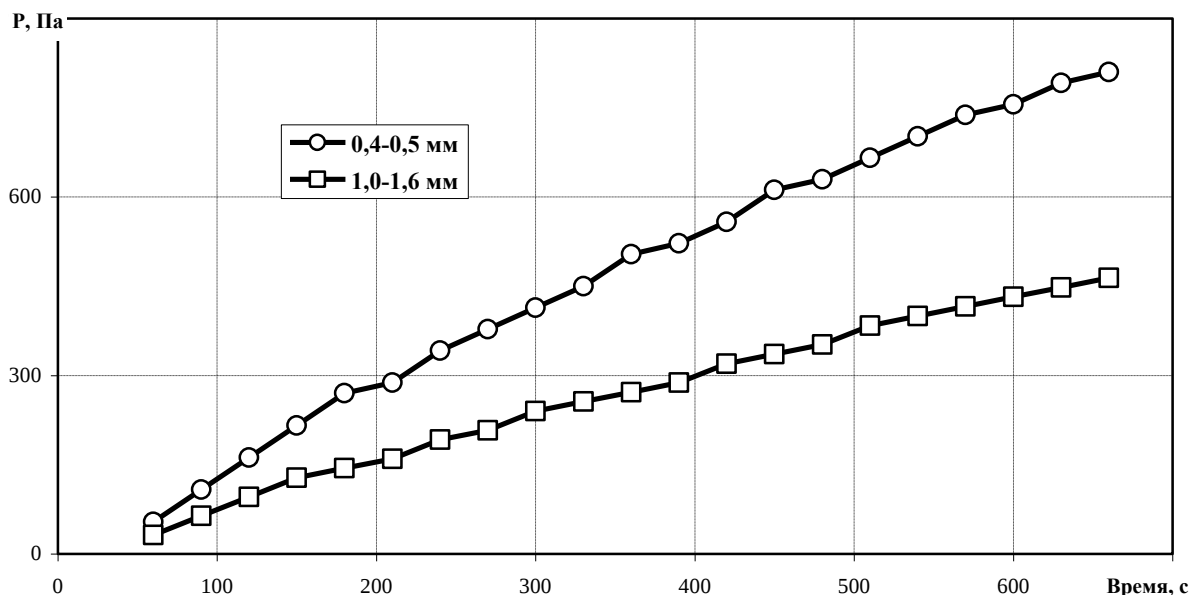


Рис. 2 - Кривые изменения давления метана в кювете для двух фракций угля от времени для пласта m_3 шахты им. Румянцева.

Используя уравнение (1) рассчитан коэффициент массопереноса метана от времени. Полученные результаты представлены на рис. 3.

Для расчета критерия оценки эффективности противовыбросных мероприятий значения коэффициента массопереноса определяется на 60 секунде замера. При этом критерий B составил 3,2, что соответствует не опасному состоянию вскрываемого угольного пласта.

Критерий (2) апробировался при вскрытии 6 угольных пластов на 4 шахтах центрального района Донбасса. Результаты представлены в таблице 2.

Анализ результатов измерений и расчета критерия оценки газодинамической активности и контроля эффективности вскрываемых угольных пластов (табл. 2) свидетельствует, что не опасное по ГДЯ состояние достаточно надежно определяется критерием (2).

Следует отметить пласт k_8 – «Каменка» на шахте им. К.А. Румянцева, вскрытие которого производилось под полной защитой и не требовало прогноза выбороопасности.

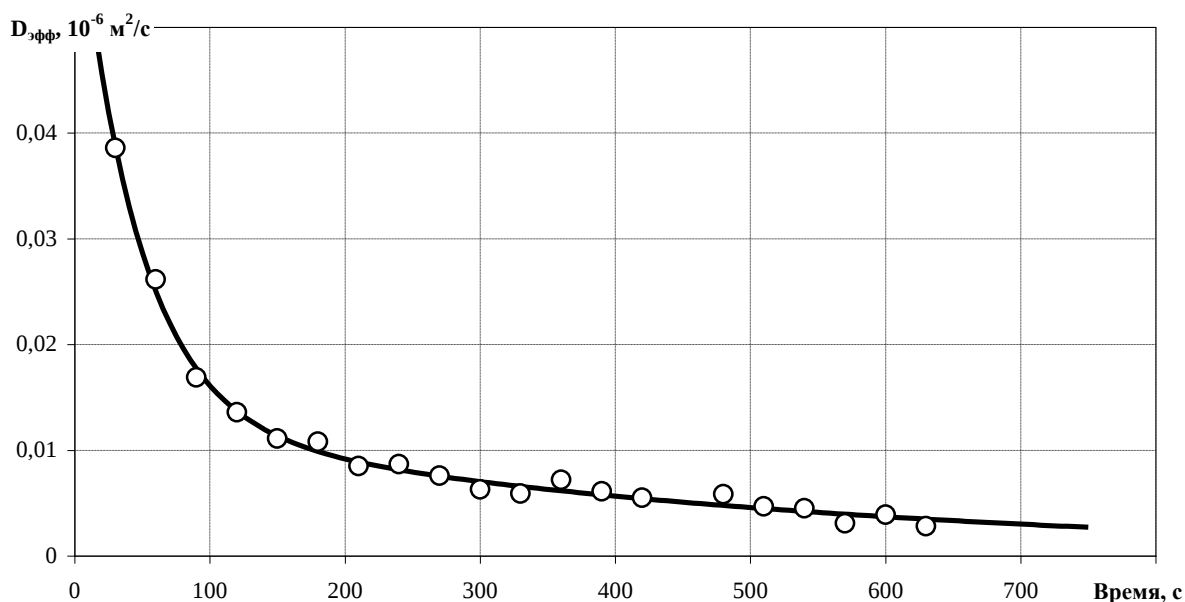


Рис. 3 - График изменения коэффициента массопереноса метана от времени.

Таблица 2 - Результаты натурных наблюдений на шахтах Центрального района Донбасса

Шахта	Пласт	P_k , кПа	$D, 10^{-8} \text{ м}^2/\text{с}$	B	Прим.
им. В.И.Ленина	k_7	1,6	2,7	3,8	Не прим.
им. К.А. Румянцева	k_7	2,2	1,7	2,9	Не прим.
им. К.А. Румянцева	k_8	2,0	1,5	2,0	Под защитой
им. К.А. Румянцева	m_3	1,0	2,6	3,4	Не прим
им. Ф.Э. Дзержинского	m_3	2,1	1,7	2,9	Эффектив.
Северная	l_6	1,8	2,3	3,4	Не прим.

Тем не менее, расчет по разработанному критерию показал значение $B = 2,0$, характеризующее не опасное по ГДЯ состояние. При вскрытии пласта l_6 – «Известнячка» на ш. «Северная», производившегося с прогнозом выбросоопасности было зафиксировано, по данным прогноза, не опасное по ГДЯ состояние. Разработанный критерий подтвердил результаты стандартного способа прогноза. В целом проведенные исследования позволили обосновать критерий оценки эффективности противовыбросных мероприятий вскрываемых угольных пластов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ДНАОП 1.1.30 – 1.XX.04. Киев. 2004. – 195 с. Безопасное ведение работ на пластах, склонных к газодинамическим явлениям.
2. СОУ 100.1.00174088.011 – 2005. Киев. 2005. – 224 с. Правила ведения горных работ на пластах, склонных к газодинамическим явлениям.
3. Стариков Г.П. Применение интегральной десорбиметрии для диагностики параметров массопереноса метана в угле. / Г.П. Стариков, В.А. Васильковский, В.В. Завражин [и др.] // Физико-технические проблемы горного производства. – 2010. – Вып. 13. – С. 66 – 74.
4. А.с. № 96884 UA, МПК (2011.01) E21F5/00 Пристрій для виміру тиску й газоемкості вугільного пласта / А.Д. Алексеев, В.О. Васильковский, Г.П. Стариков [та ін.] – Вісник Інститута фізики гірничих процесів НАН України. – Заявл. 06.12.2010. – Опубл. 12.12.2011. – Бюл. №23.
5. Шажко Я.В. Экспрес-метод визначення тиску та кількості метану у вугільних пластах. / Я.В. Шажко // Физико-технические проблемы горного производства: Донецк.- 2011.-Вып. 14. с. 60-67.

**ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ВОЗДЕЙСТВИИ
НА ХАРАКТЕР РАЗРУШЕНИЯ УГЛЯ**

Узагальнені і проаналізовані результати досліджень за оцінкою впливу ультразвукової дії на зміну властивостей і характер руйнування вугільних зразків. Розглянуті результати досліджень за оцінкою впливу ультразвукової дії на фізико-механічні і газодинамічні властивості вугільного зразка різного ступеня викидонебезпечності, газонасичення і з урахуванням зміни напруженого стану. Встановлена закономірність ефективних частот дії на вугілля залежно від розмірів дефектних структур в ньому.

**FEATURES OF INFLUENCE HIGH-FREQUENCY AFFECTING
CHARACTER OF DESTRUCTION OF COAL**

The results of researches are generalized and analyzed as evaluated by influence of the ultrasonic affecting change of properties and character of destruction of coal standards. The results of researches are considered as evaluated by influence of the ultrasonic affecting physical, mechanical and gas-dynamic properties of coal standard of different degree of danger of rock outbid rust, gas-sings and taking into account the change of the tense state. Conformity to law of effective frequencies of affecting is set coal depending on the sizes of imperfect structures in it.

В последнее время считается, что одним из достаточно эффективных способов управления газодинамической активностью угольного массива является волновое воздействие на пласт. Существуют методики воздействия волновыми полями разной природы как на макроуровне [1 -6], так и микро, например на микроструктуру угольного вещества [7 -10]. Вместе с этим, нет однозначного мнения по оценке эффективности применения виброволнового воздействия с учетом изменения частотного режима, в частности, использования высокочастотного, например, каким является ультразвуковое воздействие (УЗВ). Поэтому в данной статье автор попытался обобщить имеющиеся в литературе [1 -16] данные и проанализировать результаты проведенных экспериментов. В частности, предполагается рассмотреть результаты исследований по оценке влияния УЗВ на физико-механические и газодинамические свойства угольного образца различной степени выбороопасности, газонасыщения и с учетом изменения напряженного состояния, которые рассмотрим ниже.

Влияние УЗВ на разрушение не газонасыщенного угольного образца в воздушной среде. В ИГТМ НАН Украины совместно с МакНИИ для оценки характера разрушения образцов угля при УЗВ во времени провели эксперимент по следующей методике. Подготавливались 3 образца размером 50×50×50 мм, которые предварительно взвешивались, а каждый испытываемый образец помещался под ультразвуковой генератор диспергатора с резонансной частотой 15 кГц, при мощности – 400 Вт. Рабочая поверхность диспергатора прижималась к образцу с усилием в 10 кг. Взвешивание при УЗВ осуществлялось через каждую минуту [7, 11].. По формулам вычислялось относительное изменение массы угольного образца и скорости его разрушения вычислялось по формулам:

лам: $\varphi = \frac{\Delta m}{m}, \%$, $\nu = \frac{\varphi}{\tau}$, где Δm - масса разрушенной части образца; m - пер-