

добычи шахтного и угольного метана». Рабочее совещание ЕОК ООН, 20-22 сентября 2006 г, СПб, 2007 г., с. 310-316.

4. Горбачев Ю. И., Кузнецов О. Л., Рафиков Р. С, Печков А. А., Физические основы акустического метода воздействия на коллекторы: Геофизика, 1998, № 4, с. 5 - 9.

5. Дыбленко В. П., Камалов Р. К, Шарифулин Р. Я., Туфанов И. А., 2000, Повышение продуктивности и реанимация скважин с применением вибрационного воздействия: М., Недра.

6. Кузнецов О. Л., Симкин Э. М., ЧилингарДж., 2001, Физические основы вибрационного и акустического воздействия: М., Мир.

7. Николаевский В. Н., 1997, Геомеханика и флюидодинамика: М., Наука.

8. Сургучев М. Л., Кузнецов О. Л., Симкин Э. М., 1975, Гидродинамическое, акустическое и тепловое циклические воздействия на нефтяные пласты: М., Недра.

9. Теория и практика наземной невзрывной сейсморазведки. Под ред. Шнеерсона М. Б., 1998, М., Недра.

10. Хасанов М. М., Булгакова Г. Т., 2003, Нелинейные и неравновесные эффекты в геологически сложных средах: Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований.

11. Poesio P., Ooms G., Barake S., 2002, An investigation of the influence of acoustic waves on the liquid flow through a porous material: JASA 111(5), Pt. 1, May 2019 - 2025.

12. Бобин В.А. Оценка параметров волнового воздействия на микро- и макроструктурные образования в J газонасыщенном угольном веществе с целью интенсификации добычи угольного метана Сб. Геотехническая механика. 2000. с. 56-60

13. Указания по выявлению и контролю зон риска возникновения аварий и чрезвычайных ситуаций при освоении недр и земной поверхности на основе геодинамического районирования». М., Министерство образования РФ, ВНИМИ, МГТУ, 2002 г., с.20;

14. Батугина И.М., Петухов И.М. Геодинамическое районирование при проектировании и эксплуатации рудников. М., Недра, 1988 г.

15. Букринский В.Н. Геометрия недр. М., Недра, 1985 г., с.311, табл.11.1).

**УДК622.831.322:622.831.325**

Канд. техн. наук В.И. Гаврилов  
(ИГТМ НАН Украины)

## **РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИРАЩЕНИЯ РАДИУСА ЗОНЫ, ОБРАБОТАННОЙ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ, ОТ ПОЛОЖЕНИЯ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ**

Аналитичними розрахунками по кількості вугілля, видобутого із свердловин, і шахтними вимірюваннями концентрації метану у витікаючому струмені повітря з добувної ділянки визначені радіуси оброблених гідродинамічною дією зон і показана зміна їх величин від положення очистного забою.

## **COMPUTATIONAL AND EXPERIMENTAL DETERMINATION INCREMENT AREA RADIUS, PROCESSED HYDRODYNAMIC INFLUENCE, ON THE POSITION OF WORKING FACE**

Analytical calculations by the number of coal extracted from the wells, and coal mine concentrations measurements of methane in the outbound air jet from extraction plot to determine the radius of processed hydrodynamic influence zones and shows the change of their magnitudes on the position of the working face.

Для увеличения интенсивности выделения метана основным направлением является применение локальных методов воздействия через скважину. Для обеспечения эффективного извлечения шахтного метана из неразгруженной угленосной толщи необходимо создать в ней условия, способствующие его извлечению, то есть раскрыть пути для его движения, повысить проницаемость

массива [1].

Все способы активного воздействия на углепородный массив (гидрорасчленение, физико – химическая обработка и др.) направлены на раскрытие и расширение дополнительных трещин, увеличение фильтрационной и диффузионной проницаемости, общей пористости и доли переходной пористости. К таким мероприятиям относятся гидрорыхление, гидравлическое расчленение взрыво-гидрообработка и различные воздействия – вибрационные, гидроимпульсные, дегазация угля под вакуумом и др. Эффективность дегазации обычно не превышает 35-40% [2].

Борьба с метановыделением в действующие горные выработки из угольного пласта является по существу проблемой управления сорбционными процессами в угольном массиве. Имеющийся экспериментальный материал по изучению сорбции – десорбции метана говорит об обратимости сорбционных процессов [3].

В этой связи заслуживает внимания метод гидродинамического воздействия на газонасыщенный напряженный угольный пласт.

Ранее проведенными исследованиями газонасыщенных напряженных углепородных массивов после гидродинамического воздействия установлено, что указанное воздействие инициирует процессы интенсификации газовыделения, снижает и равномерно распределяет горное давление в обработанной зоне, разрушает и насыщает уголь водой, что дает возможность повысить эффективность и безопасность добычных работ [4-6]. Механизмом запуска этих процессов служит разрушение угля прискважинной зоны и выход части его и газа из скважины. По окончании воздействия изменения в массиве продолжают еще в течение некоторого времени. Продолжительность этих процессов оказывает влияние на образование максимально возможной ширины невыбросоопасной зоны.

С целью изучения состояния напряженно-деформированного углепородного массива и его изменение во времени после проведения гидродинамического воздействия были проведены исследования в нижней части потолкоуступной лавы №65-1146 м пласта  $l_7^6$  – «Пугачевка» шахты им. Ф.Э. Дзержинского.

На разном расстоянии от лавы из полевого откаточного штрека на угольный пласт бурилась через породы почвы технологическая скважина, обсаживалась металлическими трубами на длину не менее 8 м, герметизировалась и в устье устанавливалась быстродействующая задвижка. В угольный пласт подавалась техническая вода под давлением 5,0-6,0 МПа. При достижении граничного давления делался его сброс до 0 МПа быстрым открыванием задвижки. Циклические динамические пригрузки угольного массива создавали разность давления, превышающие прочность угля на растяжение. В результате происходило объемное разрушение и отрыв угля на толщину проникновения жидкости.

После отторжения и частичного выноса из скважины угля и газа происходило замещение объема извлеченного угля разрушенным и дальнейшее разрушение свободной поверхности в глубину массива происходило за счет реализации сил внутренней энергии и превышения скорости перемещения фронта образования вторичной пористости над скоростью процесса фильтрации газа. Дегаза-

ция зоны разрушения осуществлялась за счет десорбции метана и его фильтрации. При исчерпании сил горного давления и энергии сжатого газа процесс саморазрушения угля прекращается, но дезинтеграция угольного массива и фильтрация газа продолжают еще некоторый временной промежуток.

В результате гидродинамического воздействия образуется зона дезинтегрированного и дегазированного угля радиусом  $R_{эф}$ . Его величину рассчитывали по формуле [7]:

$$R_{эф} = \sqrt{\frac{M_{изв}}{2 \cdot 10^{-3} \pi m \gamma}},$$

где  $M_{изв}$  – количество извлеченного угля из скважины во время гидродинамического воздействия, т;  $m$  – мощность угольного пласта, м;  $\gamma$  – объемный вес угля, т/м<sup>3</sup>.

По окончании гидродинамического воздействия в углепородном массиве происходит переход массива из одного неравновесного состояния в другое, соответствующее минимальным значениям потенциальной энергии. Геомеханические процессы при этом имеют волновой затухающий характер. В угольном массиве при образовании волны изменения напряженного состояния в местах ее прохождения происходит его разрушение, обусловленное изменением соотношений компонент напряжений. Это приводит к увеличению зоны дезинтегрированного угольного массива.

Величину радиуса дезинтегрированной зоны определяли по изменению среднесуточной концентрации метана в исходящей струе из добычного участка.

Шахтными исследованиями установлено, что при входе очистного забоя в обработанную гидродинамическим воздействием зону резко увеличивается концентрация метана в атмосфере выработки.

Замеры среднесуточной концентрации метана в исходящей струе воздуха из участка производились до, во время воздействий и в течение продолжительного времени отработки обработанного угольного массива. Результаты измерений представлены таблице 1.

Анализ полученных результатов позволил установить следующее. Среднесуточная концентрация метана в исходящей струе воздуха из добычного участка резко увеличилась с 21 января после окончания бурения скважин №3 и №4. Следовательно, газовыделение с первого января по 20 января можно считать фоновым и его средняя концентрация за 20 суток составила 0,397%. Повышенное газовыделение из участка продолжалось до 24 марта, а с 25 марта оно снизилось в 2 раза. Это означало выход лавы из обработанной зоны. На 25 марта забой лавы находился на пикете ПК22+5, а поскольку технологические скважины №3 и №4 были пробурены на пикете ПК20+1, то радиус обработанной зоны  $R_r$  составил 24 м.

Таким образом, по пикетам расположения очистного забоя на момент производства гидродинамического воздействия, входа его в обработанную зону и расположения технологической скважины определялось приращение величины радиуса эффективного воздействия дезинтегрированной зоны.

Таблица 1 – Показатели среднесуточной концентрации метана в исходящей струе воздуха из участка №65

Числа Месяца	Месяцы		
	Январь	Февраль	Март
1	2	3	4
1	0,33	0,47	0,61
2	0,39	0,51	0,57
3	0,39	0,56	0,61
4	0,36	0,51	0,63
5	0,38	0,54	0,61
6	0,40	0,56	0,61
7	0,39	0,61	0,60
8	0,42	0,53	0,60
9	0,39	0,50	0,67
10	0,36	0,48	0,54
11	0,39	0,49	0,59
12	0,38	0,56	0,68
13	0,43	0,68	0,50
14	0,46	0,77	0,50
15	0,47	0,69	0,63
16	0,44	0,68	0,64
17	0,43	0,66	0,66
18	0,54	0,67	0,59
19	0,49	0,65	0,57
20	0,49	0,70	0,66
21	0,55	0,74	0,51
22	0,53	0,50	0,66
23	0,43	0,71	0,52
24	0,57	0,69	0,48
25	0,53	0,64	0,28
26	0,55	0,58	0,30
27	0,55	0,67	0,37
28	0,58	0,63	0,35
29	0,57	-	0,32
30	0,46	-	0,32
31	0,56	-	0,34
С <sub>ср.</sub> , %	0,397	0,625	0,594
С <sub>с.</sub> , %	0,464		0,325

На рис. 1 показана величина приращения радиуса дезинтегрированной зоны угольного пласта в зависимости от расстояния до обработанной зоны.

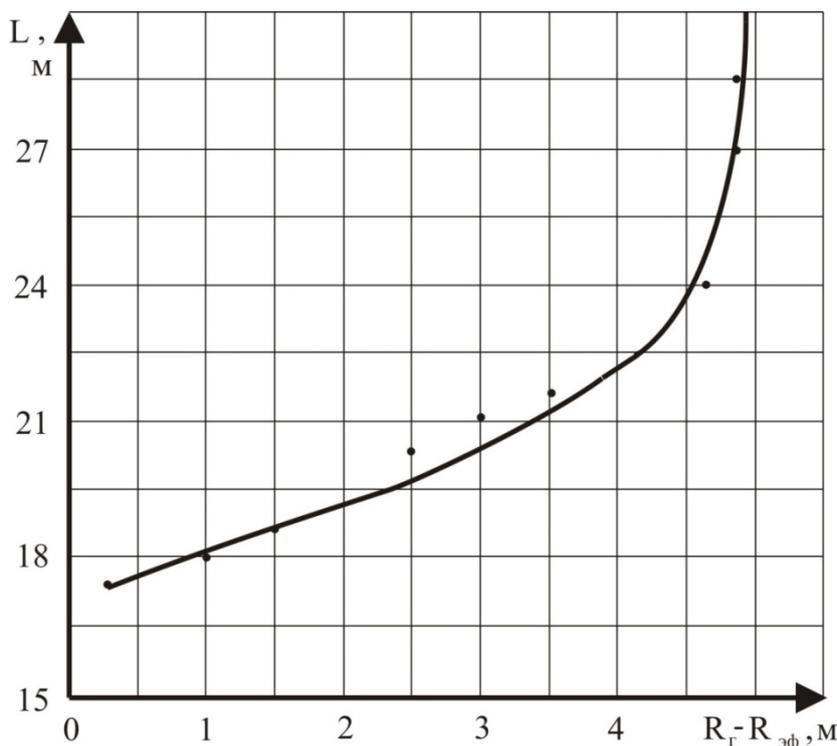


Рис. 1 – Приращение радиуса дезинтегрированной зоны угольного пласта в зависимости от расстояния до обработанной зоны

Анализ рис. 1 показывает, что с увеличением расстояния до обработанной зоны с 15 до 24 м, а, следовательно времени подхода очистного забоя, наблюдается интенсивный процесс приведения массива в устойчивое равновесие, выражающийся в деформации стенок зоны с увеличением радиуса эффективного воздействия до 4,5 м и равномерном распределении напряжений внутри дезинтегрированной зоны. Из графика видно, что в основном этот процесс заканчивается при удалении очистного забоя от границы зоны на 25 м, что равно полуторамесячному его подвиганию.

Таким образом, на основании проведенного анализа шахтных экспериментальных исследований можно утверждать, что процесс деформации и выравнивания напряжений в обработанной гидродинамическим воздействием зоне затухает в течение 1,5 месяца, с образованием максимальной величины радиуса эффективного воздействия в пределах 25-27 м.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Королева В.Н., Анпилогов Ю.Г. Пути повышения эффективности извлечения метана из угленосной толщи. – М.: МГГУ, 1998.-№4. – С. 139 – 144.
2. Сластунов С.В. Научная работа ученых МГГУ в области метанобезопасности. – Уголь, 1999, №1. – С. 63-65
3. Вилькер В.Г., Павленко М.В. О параметрах вибрационного воздействия на угольный массив для повышения метаноотдачи угля /Доклад на симпозиуме «Неделя горняка». ГИАБ, 1999.-№1.-С.117-118
4. Софійський, К.К. Концептуальна сутність способу комплексної профілактичної обробки напружених, газонасичених та викидонебезпечних вугільних пластів гідродинамічною дією / К.К. Софійський, Є.Г. Барадулін, А.В. Аксенов // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ НАН Украины. - Днепропетровск,

2001 - Вып. 27. - С. 144-150.

5. Житленок, Д.М. Развитие физико-технических основ гидродинамического воздействия на угольный массив крутых выбросоопасных пластов: дис.... д-ра техн. наук: 05.15.02: защищена 25.02.10; утв. 15.05.10 / Д.М. Житленок. – Донецк: ИФГП НАНУ, 2010. – 436 с.

6. Гаврилов, В.И. Геомеханическая оценка эффективности гидродинамического воздействия на пласты, склонные к ГДЯ / В.И. Гаврилов, Д.М. Житленок // Горная геология, геомеханика и маркшейдерия: Материалы III Междунар. научно-техн. конф., 6-7 сентября 2011 г. – Донецк: УкрНИМИ, 2011. –С. 203-211.

7. Пат. 58316 України, МПК E21F 7/00. Спосіб визначення ефективних параметрів дегазації і розвантаження вугільного пласта гідродинамічною дією / К.К. Софійський, Д.М. Житльонок, Є.Г. Барадуліну, О.В. Московський, О.П. Петух, В.І. Гаврилов, В.В. Власенко (Україна). – u201011020; Заявлено 13.09.2010; Опубл. 11.04.2011; Пріоритет від 11.04.2011, Бюл. № 7.- 6 с.

**УДК 622.232:621.64**

Д-р техн. наук М.Г. Лустюк,  
(Європейський університет )  
канд. техн. наук В.І. Тимошук

(ДВНЗ "Національний гірничий університет")

**ФОРМУВАННЯ РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ ШЛЯХОМ  
ГІДРОМОНІТОРНОГО РОЗМИВУ ҐРУНТУ У СВЕРДЛОВИНАХ ЯК  
ЕЛЕМЕНТ УПРАВЛІННЯ СТАНОМ НАВАНТАЖЕНОГО МАСИВУ  
ГІРСЬКИХ ПОРІД**

Метою роботи є побудова моделі руху придонної кулястої частинки під дією турбулентного потоку при формуванні розвантажувальних поверхонь розмиву у навантаженому породному масиві. За результатами чисельних розрахунків встановлені залежності імовірності зриву частинок від дисперсії придонної швидкості та характеру виносу частинок від їх діаметру.

**FORMATION OF UNLOADING SURFACES BY JETTING SOIL EROSION  
IN WELLS AS CONTROLS OF CONDITION LADEN ROCK MASS**

The aim is to develop a model of spherical particle motion bottom under turbulent flow in the formation of surface erosion unloading laden rock mass. Relation of probability of failure particle dispersion rate and nature of bottom ash particles to their diameter are set according to the results of numerical calculations.

Формування розвантажувальних поверхонь в умовах складного напружено-деформованого стану гірських масивів може розглядатися як елемент управління поведінкою гетехнічної системи, який забезпечує штучну структурування локальних управляючих зон в межах техногенно навантаженого масиву гірських порід. Аналітичне вирішення задачі щодо формування поверхонь розвантаження виконано на основі розгляду руху твердої частинки в гідравлічному потоці за умови її відриву від породного масиву.

При прогнозуванні місцевих розмивів, викликаних діяльністю гвинтових, циркуляційних, відривних і інших видів нерівномірних течій, використовуються дані лабораторного моделювання. Але точне фізичне моделювання процесів розмиву є неможливим через стохастичний характер зміни ряду факторів, що впливають на розмив, гідравлічного опору русла за рахунок в'язкості при малих