

И.А. Ефремов, Б.В. Бокий  
(АП «Шахта им. А.Ф. Засядько»);  
К.К. Софийский, Д.П. Силин,  
В.А. Нечитайло (ИГТМ НАН Украины)

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА  $L_1$   
НА ШАХТЕ ИМ. А.Ф. ЗАСЯДЬКО ГИДРОДИНАМИЧЕСКИМ  
ВОЗДЕЙСТВИЕМ**

Викладено результати гідродинамічної дії на вугільний пласт через свердловини, які пробурені з підземних виробок, для підвищення їх дебіту.

**INTENSIFICATION OF DEGASSING OF COAL LAYER  $L_1$  ON MINE  
BY A.F. ZASIADCO BY HYDRODYNAMICAL INFLUENCE**

The results of hydrodynamical influence on a coal layer through chinks, which drilling from underground developments, for increase allocation of gas are submitted.

Основное количество метана, выделяющегося из горного массива, выбрасывается в атмосферу в виде низкоконцентрированной смеси с воздухом, получаемой в результате проветривания шахт или некондиционных (менее 25 %) метановоздушных смесей выдаваемых системой дегазации. В 1998 г. в Донбасе извлечено 1 913 млн. м<sup>3</sup> метана, в том числе 1 680 млн. м<sup>3</sup> вентиляционными установками, остальные 252,7 млн. м<sup>3</sup> каптированы дегазационными системами, утилизировано 97 млн. м<sup>3</sup>, что составляет 5,1 % от общего объема газовойделения, причем 5 млн. м<sup>3</sup> (0,2% извлеченного) получено из скважин, пробуренных с поверхности. Достаточно интенсивно, по сравнению с другими, ведутся работы по добыче и утилизации угольного метана на Арендном предприятии «Шахта им. А.Ф. Засядько». На поверхности работают две вакуумнасосные установки, которые в значительной мере обеспечивают шахтные котельные метаном. С 1980 г. применяется дегазация угольных пластов через скважины, пробуренные с поверхности, за 20 лет сооружены 45 скважин, и сейчас ежегодно бурится по 3-4. Объем добычи чистого метана составляет 2–2,5 млн. м<sup>3</sup> в год, причем, около 1 млн. м<sup>3</sup> идет для заправки автотранспорта на газозаправочной станции – до 100 автомобилей ежедневно. Ведется поиск путей эффективного использования как альтернативного топлива остаточного метана, а также содержащегося в исходящей струе воздуха [1]. При высоком метановыделении в пределах выемочного участка обычно применение одного способа дегазации оказывается недостаточным для требуемого снижения метановыделения, и тогда прибегают к применению нескольких различных способов дегазации.

Одним из путей повышения дебита метана в дегазационные скважины при предварительной дегазации обрабатываемых угольных пластов является применение гидродинамического воздействия на угольный пласт через скважины. Сущность способа заключается в подаче воды через скважину в угольный пласт до давления не более 9 МПа и резкого сброса последнего до атмосферного.

Происходящие при этом разрушение угля и его вынос через скважину в подготовительную выработку приводят к интенсивному выделению газа из обрабатываемой зоны, перераспределению сил горного давления, расслоению пород кровли и дегазации горного массива. Интенсивное выделение газа из обработанного массива в скважину продолжается в течение нескольких месяцев по завершении воздействия. Интенсивность и продолжительность газовыделения зависят от ряда параметров гидродинамического воздействия.

Для применения этого способа производилось бурение скважин при подготовке лавы из откаточного штрека через породы почвы пласта. В ходе работ по гидродинамическому воздействию отрабатывались различные режимы подачи и сброса давления в скважине с целью установления оптимальных параметров для максимальной дегазации угольного пласта за определенный срок службы скважины и достижения коэффициента предварительной дегазации не менее 30 %.

В состав оборудования для гидродинамического воздействия входят устройство гидродинамического воздействия, насос высокого давления и масляный насос. Устройство гидродинамического воздействия состоит из следующих основных частей: задвижки высокого давления на базе ЗВД-200, основания, пружинного механизма и гидроцилиндра на базе Ц75. Устройство изготовлено в мехцехе шахты по конструкторской документации, разработанной ИГТМ НАН Украины. На шахтной платформе смонтированы насос высокого давления СНТ-32 и масляный насос 50НР-32. Устройство гидродинамического воздействия обеспечивает необходимые параметры воздействия, такие как перепад давления в скважине, темпы подачи жидкости, давление и время нагнетания, давление сброса, время открывания скважины и сброса рабочей жидкости. Устройство имеет следующие основные характеристики: максимальная подача рабочей жидкости -  $6 \times 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$ , максимальный расход газонасыщенной угольной пульпы -  $0,6 \text{ м}^3/\text{с}$ , максимальное давление в коллекторе – 20 МПа, максимально допустимое давление в гидроцилиндре – 10 МПа, рабочее давление в гидроцилиндре 5 МПа, время полного открывания клинового затвора задвижки высокого давления - не более 0,3 с, условный проход задвижки высокого давления – 100 мм, наработка на отказ - не менее 600 циклов.

Работы по интенсификации дегазации угольного пласта  $I_1$  проводились в 10 западном конвейерном штреке (гор. 1070 м) на ПК15, ПК37+5, ПК42+5, ПК46 (контрольная скважина) и ПК53. Скважины для гидродинамического воздействия диаметром 110-150 мм бурились на угольный пласт через породы почвы. Длина породной части скважины составляла около 10 м. Длина скважины по углю находилась в пределах от 12 до 43 м.

В процессе гидродинамического воздействия было сделано от 7 до 40 циклов с различными параметрами нагнетания и сброса давления. Время между циклами составляло от 2 до 20 мин, время сброса давления – 0,5-2 с. Давление подачи жидкости находилось в пределах от 1 до 9 МПа. Как показали работы, полный выпуск из скважины рабочей жидкости с разрушенным углем может привести к значительному превышению предельно-допустимой концен-

трации в атмосфере выработки у места проведения работ (в выработке сечением  $18 \text{ м}^2$  концентрация метана составляла  $5,2\%$  в течение 5 мин). Изменение параметров воздействия позволило производить работы без превышения нормативных показателей. Выход газа из скважины за время проведения гидродинамического воздействия составлял от  $550$  до  $2\,000 \text{ м}^3$  (до  $1,5\%$  расчетного количества газа в обрабатываемой зоне). Радиус воздействия скважины составлял от  $12$  до  $47 \text{ м}$ . Процесс воздействия выполнялся под сейсмоакустическим контролем выполненным МакНИИ.

Выход газа из скважины после воздействия составлял от  $17$  до  $50$  тыс.  $\text{м}^3$ . Максимальный выход газа составлял  $700 \text{ м}^3/\text{сут}$ . Время выхода газа достигало тринадцати месяцев. В течение месяца из скважины выходило до  $101$  тыс.  $\text{м}^3$ .

В результате проведения работ угольный пласт  $l_1$  был дегазирован на площадях от  $700$  до  $2\,262 \text{ м}^2$  с коэффициентом дегазации от  $0,3$  до  $0,7$ . Общий расчетный объем газа, содержащегося в зоне дегазации, составлял  $400\,400 \text{ м}^3$ , а объем извлеченного газа – более  $175$  тыс.  $\text{м}^3$ . Масса извлеченного из скважин угля находилась в пределах от  $3$  до  $50 \text{ т}$  (до  $1\%$  массы угля в обработанной зоне).

Таким образом, в процессе проведения работ были пробурены технологические скважины различной длины, а гидродинамическое воздействие через них отличалось условиями проведения и режимными параметрами. Диаграмма распределения объемов вышедшего из скважин после проведения гидродинамического воздействия газа по месяцам представлена на рис. 1.

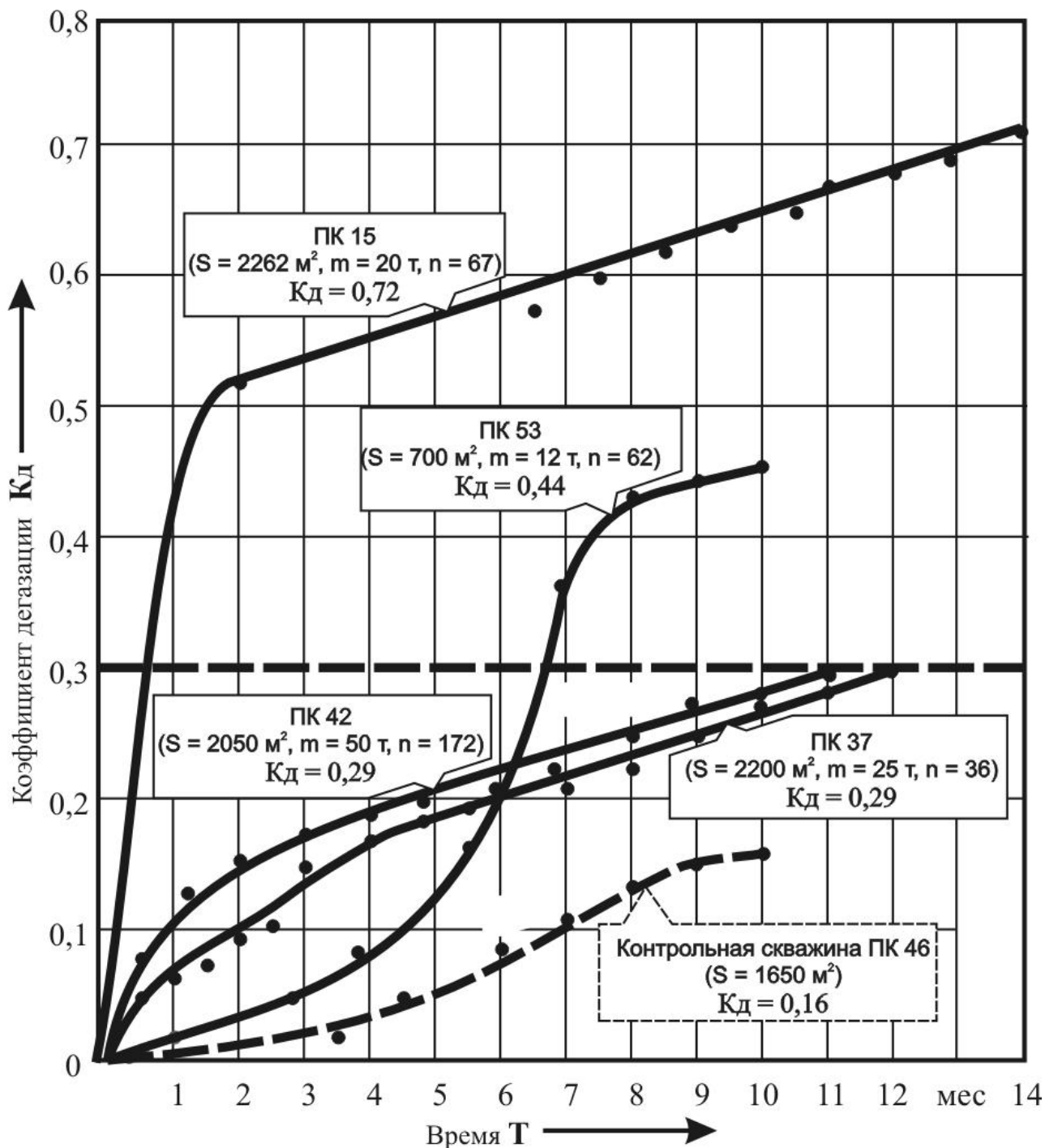
Основная часть газа ( $60\text{-}70\%$ ) выходит из пласта в первые  $1\text{-}3$  месяца, после чего скорость газовыделения быстро снижается и составляет  $1\,200\text{-}2\,400 \text{ м}^3/\text{мес}$ . ( $60\text{-}80 \text{ м}^3/\text{сут}$ ). Установлено, что дегазация массива происходит равномерно по всей длине скважины.

Анализ результатов работ показывает возможность применения параметров гидродинамического воздействия, которые обеспечат коэффициент дегазации угольного пласта более  $0,3$  в пределах двух месяцев. В настоящее время практически отработаны оптимальные режимы воздействия, обеспечивающие заданную степень дегазации и не допускающие превышения содержания метана в выработке при проведении воздействия.

Невысокий расход воды при проведении гидродинамического воздействия ( $0,22\text{-}0,38 \text{ м}^3/\text{т}$  извлеченного угля) показывает, что вода не проникает глубоко внутрь пласта и не создает препятствий для миграции метана в скважину. Кроме того, извлечение угля приводит к образованию дополнительного фильтрационного объема, позволяющего газу достаточно свободно передвигаться в сторону более низкого давления и поступать через технологическую скважину в дегазационную систему шахты.

Удельное газовыделение по длине технологической скважины составляет от  $388$  до  $1\,012 \text{ м}^3/\text{м}$  по сравнению с  $230 \text{ м}^3/\text{м}$  в контрольной скважине (табл. 1). Максимальное значение было получено на ПК15, где были применены режимы воздействия, приводящие к наиболее интенсивному разрушению угля и наибольшему выходу газа в атмосферу выработки в процессе воздействия. В этом

случае повышение удельного газовыделения превышало контрольное в 4,4 раза. При решении проблемы загазирования выработки применение таких режимов воздействия позволит дегазировать угольные пласты за довольно короткий промежуток времени (в пределах одного месяца), подавая при этом в дегазационный став практически стопроцентный метан.



$S$  – площадь дегазируемой зоны;  $m$  – количество извлеченного угля;  
 $n$  – количество циклов гидродинамического воздействия

Рис. 1 – Динамика выделения метана из технологических и контрольной скважин

Таблица 1 – Показатели удельного газовыделения из технологических и контрольной скважин

Наименование параметров	Пикет, скважина				
	Технологические				Контрольная
	ПК15 №1, №2	ПК37+5 №3	ПК42+5 №4	ПК53 №5	ПК46
Ширина обработанной полосы, м	87	25	25	25	25
Длина скважины по углю, м	87 (26+61)	88	82	28	66
Объем газа в обрабатываемой полосе, м <sup>3</sup>	125 400	122 000	114 000	39 000	91 000
Объем фактически извлеченного газа, м <sup>3</sup>	88 000	34 000	33 000	17 000	15 000
Коэффициент дегазации	0,70	0,28	0,29	0,44	0,16
Время дегазации, мес.	13	10	9	9	9
Удельное газовыделение по длине скважины, м <sup>3</sup> /м	1 012	388	398	611	230
Удельное газовыделение по площади скважины, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>	2 153	826	847	1 300	489
Среднемесячное удельное газовыделение по площади, м <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> ·мес.)	166	83	94	144	54
Среднесуточное удельное газовыделение по площади, м <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> ·сут.)	5,5	2,8	3,1	4,8	1,8
Соотношение среднесуточного удельного газовыделения $V_g/(l_{скв} \cdot \pi \cdot D \cdot t)$ , м <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> ·сут.)	2,25Q (от 3,06Q до 1,56Q)				Q

В результате обработки полученных данных установлено, что удельное газовыделение по площади обработанных технологических скважин находилось в пределах от 826 до 2 153 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>, а в контрольной скважине на ПК46 оно составляло 489 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> (т.е. в 1,7-4,4 раза меньше). Среднесуточное удельное газовыделение по площади обработанных технологических скважин превышало аналогичный показатель на контрольной скважине в 1,56-3,6 раза (в среднем в 2,25 раза).

Изменение параметров и режимов гидродинамического воздействия привело к уменьшению удельного газовыделения по длине скважины. Однако даже при этом оно оставалось большим контрольного (полученного на скважине на ПК46) в 1,7-2,8 раза.

При общей длине технологических скважин 351 м общий объем газа, извлеченного в течение года, превысил 187 тыс. м<sup>3</sup>, а среднее удельное газовыделение по длине скважины составило 553 м<sup>3</sup>/м, что превосходит контрольное в 2,6 раза.

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать следующие основные выводы. Применение гидродинамического воздействия позволяет предварительно дегазировать угольные пласты не менее чем на 30%. Степень и время дегазации пласта существенно зависит от применяемых параметров гидродинамического воздействия. Увеличение интенсивности газовыделения в 2,6 раза ограничивается техническим решением проблемы поддержания в атмосфере выработки содержания метана в пределах допустимой концентрации при сбросе давления и выпуске разрушенного угля и выделившегося метана из скважины в процессе гидродинамического воздействия. При решении этой проблемы удельное газовыделение может превышать 1 000 м<sup>3</sup>/м. Установлено, что оптимальным является расстояние между технологическими скважинами (через которые проводится гидродинамическое воздействие) составляет не менее 50 м. Кроме того, целесообразно бурить между ними дегазационные скважины диаметром 76 мм до начала работ по гидродинамическому воздействию, что позволяет увеличить степень дегазации массива и снизить время на ее проведение.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булат А.Ф., Чемерис И.Ф. Техничко-экономические аспекты утилизации шахтного метана в газодизельгенераторных установках // Сб. научн. тр. ИГТМ НАНУ Геотехническая механика. – Днепропетровск: Полиграфист. – 2000. - № 17. – С. 19-23.