

БАРЬЕРНЫЕ СКВАЖИНЫ КАК СПОСОБ ЭФФЕКТИВНОЙ ДЕГАЗАЦИИ УГЛЕНОСНОЙ ТОЛЩИ

Виконано аналіз досліджень по проблемі дегазації вугленосних товщ в умовах 10 виімкових ділянок 8 шахт Донецького вугільного басейну. Розроблено параметри бар'єрних свердловин для умов ведення очисних робіт з газовим горизонтом у 16 західній лаві пласта m_3 ОП "Шахта ім. О.Ф. Засядька".

BARRIER HOLES AS THE EFFECTIVE WAY OF COAL-BEARING SERIES DEGASSING

The analysis of researches on a problem of coal-bearing series degassing in 10 extraction areas of 8 Donetsk coal basin mines is executed. Parameters of barrier holes for the 16 lonwall of m_3 layer works with gas horizon in A.F. Zaszadko mine are developed.

Вопросы прогноза метанообильности добычного участка имеют первостепенное значение при проектировании и эксплуатации современных высокопроизводительных шахт. Большая метанообильность добычного участка приводит к необходимости подачи для проветривания выработок участка дополнительного количества воздуха, а значит и к проведению подготовительных выработок большого сечения. Это приводит к увеличению затрат на проведение и поддержание горных выработок.

Решение задач уменьшения этих затрат, обеспечения безопасности ведения горных работ при разработке газообильных угольных пластов и улучшения использования топливно-энергетических вторичных ресурсов в угольной промышленности связано с повышением эффективности дегазации, количества и качества газа, извлекаемого дегазационными системами.

Традиционный метод газового прогноза рассматривает подрабатываемые и надрабатываемые пласты, как основные источники метановыделение в выработанное пространство. Концепция механизма дегазации пластов-спутников отводит скважинам лишь роль дополнительных каналов, по которым выделяющийся метан транспортируется в дегазационную сеть. При этом, как правило, дегазационные скважины бурят до пересечения ими пластов-спутников, попадающих в зону разгрузки от горного давления.

На практике прослеживается тенденция к сокращению длины дегазационных скважин, буримых позади очистного забоя, что существенно не влияет на эффективность дегазации. Отмечены и многочисленные случаи интенсивного метановыделения в скважины без пересечения пластов-спутников. Это подтвердили выполненные ДонУГИ специальные исследования по каптированию метана скважинами, недобуренными до пластов-спутников и функционировавшими продолжительное время [1]. Расходы метана из них были соизмеримы с расходами из скважин, пробуренных до пересечения с дегазируемыми пластами-спутниками. Наблюдались случаи каптажа метана из спутников в объеме, превышающем их газоносность.

Анализ упомянутых явлений предопределил возможность разработки принципиально новой модели механизма дегазации подрабатываемой и надрабатываемой угленосной толщи [2].

Согласно этой модели, по мере движения очистного забоя над его выработанным пространством выше верхней границы зоны обрушения и крупной трещиноватости формируется зона, в которую под избыточным давлением мигрирует метан. Он выделяется из всех разгруженных от горного давления источников, включая разрабатываемый пласт. Хотя эта зона, называемая зоной промежуточного коллектора, аэродинамически связана с выработанным пространством системой трещин, поступление в нее воздуха практически исключено из-за избыточного давления метана.

Исследования на 10 выемочных участках 8 шахт Донбасса показали, что удаление контура промколлектора от разрабатываемого пласта удовлетворяет выражению $h = 30 m \cos j$, где h - расстояние промколлектора от разрабатываемого пласта по вертикали, м; m - вынимаемая мощность пласта, м; j - параметр, учитывающий угол падения пласта α и расположение породного массива относительно рабочего пласта, град. (для подрабатываемой толщи $j_n = 0,5\alpha$, для надрабатываемой $j_n = 117 + 0,2\alpha$).

Скважины рассматриваются не как каналы для транспортировки метана непосредственно из пластов-спутников в трубопровод, а как собирающие газ коллекторы, сообщающиеся с системой трещин в выработанном пространстве.

Эти скважины названы барьерными ввиду создаваемого ими при подключении к газопроводу эффекта вакуумного барьера по пути миграции метана, выделяющего из пластов-спутников и вмещающих пород через выработанное пространство к горным выработкам.

Исследованиями был охвачен широкий диапазон горнотехнических условий выемочных участков. Продолжительность наблюдений составила от 18 до 1096 суток, что позволяет считать полученные результаты достаточно надежными для подтверждения возможности эффективной дегазации выработанного пространства укороченными барьерными скважинами [3]. Наибольшая эффективность дегазации такими скважинами достигается при расположении их устьев у границ массива или плотной бутовой полосы и выработанного пространства лавы.

При росте интенсивности газовыделения, с целью увеличения объемов извлекаемого метана из спутников, расположенных в зоне развитой трещиноватости, целесообразно барьерные скважины дополнять скважинами, пробуренными на пласты-спутники в эту зону.

Дегазация разгружаемой угленосной толщи барьерными скважинами в процессе экспериментальных исследований показала высокую эффективность - до 76% при продуктивности единичной скважины 0,33 - 3,65 тыс. м³ на 1 м ее длины [2], что согласуется с результатами предыдущих исследований [1]. Она, как доказано экспериментами, позволяет существенно сократить (в 1,5 - 3 раза) объем буровых работ и повысить эффективность дегазации за счет каптирования части газа из разрабатываемого пласта.

Повышение эффективности дегазации разгружаемой угленосной толщи барьерными скважинами связано с дальнейшим изучением и теоретической аппроксимацией взаимодействия систем аэродинамически связанных трещин и дегазационных скважин в условиях проведения промышленного эксперимента по опробованию технологии дегазации с использованием газового горизоннта.

Барьерные скважины для дегазации подработанного углепородного массива в условиях 16 западной лавы пласта m_3 АП «Шахта им. А.Ф. Засядько» целесообразно бурить с параметрами, представленными в табл. 1.

Таблица 1 - Параметры барьерной скважины в кровле пласта m_3

Параметры	Обозначение	Единицы измерения	Значения
Угол наклона к горизонту	β	град.	19 - 28
Угол разворота	φ	град.	0
Длина скважины	l_c	м	48 - 39
Конечный диаметр	d	мм	122
Диаметр обсадной трубы	d_c	мм	114
Длина обсадной трубы	l_c	м	12
Интервал между устьями скважин	R_c	м	20

Исходные данные для расчета остальных параметров даны в табл. 2.

Таблица 2 - Исходные данные для расчета

Наименование показателей	Обозначение	Единицы измерения	Значение
Плановая добыча угля из лавы	$A_{пл}$	т/сут.	3000
Общее метановыделение с участка, в том числе:	$I_{оч}$	м ³ /мин	89,9
- из пласта	$I_{пл}$	м ³ /мин	9,9
- из выработанного пространства:			
из кровли	$I_{крв}$	м ³ /мин	67,4
из почвы	$I_{поч}$	м ³ /мин	12,6
Глубина разработки пласта	H_p	м	1275

Расстояние между скважинами определяется по формуле:

$$R_c = \frac{L_{np} - 30}{n_c - 1},$$

где R_c - расстояние между скважинами, м; n_c - число одновременно работающих скважин; L_{np} - предельное расстояние от очистного забоя, на котором наблюдается газовыделение в барьерные скважины, м:

$$L_{np} = 67,6 \exp(0,165 V_{оч} + 0,007 M_{cp}),$$

где M_{cp} - средневзвешенное расстояние до сближенных пластов, отдающих газ в выработанное пространство, м; $V_{оч}$ - средняя скорость подвигания очистного забоя, м/сут.

Среднее сопротивление движению метана к скважине определяется по формуле:

$$R_{cp} = 9,1 \cdot 10^4 I_{\text{д.с.}}^{-1,5} n_c^{0,82} \left(\frac{h_{cp}}{m_\pi} \right)^{-1,1} \exp(-47 d_c),$$

где R_{cp} - среднее сопротивление движению метана, мм.рт.ст./м⁶; $I_{\text{д.с.}}$ - метановыделение из подрабатываемых пластов и пород, залегающих на расстоянии h_{cp} , м³/мин.; h_{cp} - расстояние до сближенных пластов, из которых выделяется газ, м; m_π - вынимаемая мощность пласта, м; d_c - конечный диаметр скважины, м.

Общее сопротивление движению метана к скважине определяется по формуле:

$$R_{c.o.} = \frac{R_{cp}}{n_c^2},$$

где $R_{c.o.}$ - общее сопротивление движению метана, мм.рт.ст./м⁶.

Удельное сопротивление движению метана к горным выработкам в зависимости от состава пород залегающих на расстоянии h_{cp} до разрабатываемого пласта определяется по формуле:

$$R_{y\partial} = \frac{K_1 \left(\frac{h_{cp}}{m_\pi} \right)^{K_2}}{l_{oc} L_{op}},$$

где $R_{y\partial}$ - удельное сопротивление движению метана к горным выработкам, мм.рт.ст./м⁶; $K_1 = 12,5$ и $K_2 = 1,118$ - коэффициенты состава пород в которых менее 80% глинистых сланцев; l_{oc} - длина очистного забоя, м.

Расход метана, который необходимо извлечь барьерными скважинами, определяется по формуле:

$$I_{c.o.тр.} = I_{\text{д.с.}} \left\{ \left(1 + 0,014 \sqrt{\frac{h_{cp} B_y}{m_\pi \sqrt{R_{cp}}}} \right) + K_0 \right\},$$

где: $I_{c.o.тр.}$ - количество метана для извлечения барьерными скважинами, м³/мин; $I_{\text{д.с.}}$ - метановыделение из подрабатываемых пластов и пород, м³/мин; B_y - разрежение на устье скважины, мм.рт.ст.; K_0 - коэффициент дегазации, $K_0 = 0,6$.

Возможный расход метана, извлекаемый скважинами, определяется по формуле:

$$I_{c.o.} = \frac{-R_{y0} h_{cp} + \sqrt{(R_{y0} h_{cp})^2 + 4R_{c.o.}(B + R_{y0} h_{н.с} I_{н.с} + R_{y0} h_{cp} I_{o.c})}}{2R_{c.o.}},$$

где: $I_{c.o.}$ - возможный расход метана, м³/мин; $h_{н.с}$ - среднее расстояние по нормали от кровли разрабатываемого до сближенных пластов, залегающих на расстоянии h_{cp} , м; $I_{н.с}$ - метановыделение из сближенных пластов залегающих на расстоянии менее h_{cp} , м³/мин.

Если требуемый расход метана меньше расчетного, то необходимо увеличить количество скважин или их диаметр.

Подсосы воздуха в скважину определяется по формуле:

$$Q_n = n_c 0,075 \exp\left(-0,03 \frac{h_{cp}}{m_n}\right) B_y^{0,67},$$

где Q_n - подсосы воздуха в скважину, м³/мин.

Общий дебит смеси определяется по формуле $Q_{см} = I_{c.o.} + Q_n$, где $Q_{см}$ - общий дебит метановоздушной смеси, м³/мин.

Концентрация метана в скважине определяется по формуле:

$$C = \frac{100 I_{c.o.}}{Q_{см}}, \%$$

где C - концентрация метана в скважине, %.

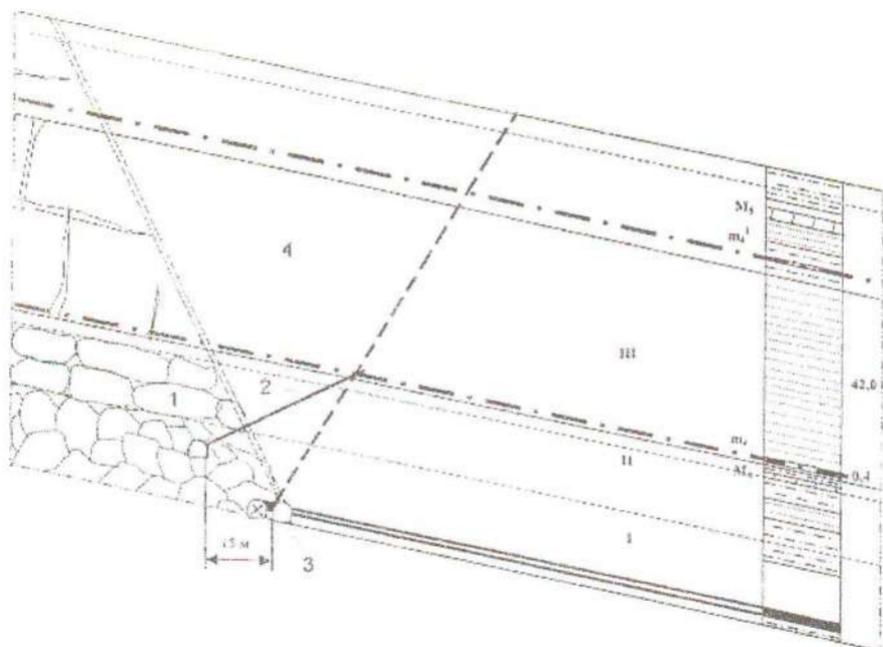
Параметры работы барьерных скважин приведены в табл. 3.

Таблица 3 - Параметры работы барьерных скважин

Параметры	Обозначение	Единицы измерения	Значение
Расстояние между скважинами	R_c	м	20
Диаметр скважины	d	мм	76
Разрежение в устье скважины	B_y	мм рт.ст.	50
Подсосы воздуха в скважине	Q_n	м ³ /мин	2,8
К-во одновременно работающих скважин	n_c	шт.	8
Концентрация метана в смеси	C	%	58
К-во метана, извлекаемого скважиной	$I_{c.o.}$	м ³ /мин	40,44

Схемы расположения барьерных скважин представлены на рис. 1 и 2.

Таким образом, барьерные скважины позволяют значительно повысить эффективность дегазации угленосных толщ и расширить представления о природе и характере геомеханических процессов в горном массиве. При этом возможно изучение поведения пород при образовании трещинно-щелевого коллектора за счет изгибов, расслоений и растрескиваний с образованием путей



1- барьерная скважина; 2- полевой штрек газового горизонта;
3- вентиляционный штрек 16 западной лавы; 4- полость разгрузки

Рис. 1 - Схема расположения дегазационных скважин в кровле пласта

движения метана, а также формирования плоскости разгрузки подрабатываемой толщи на кромке обрушенных пород ранее отработанного участка и линии очистного забоя. Кроме того, будут установлены закономерности аэрогазодинамических процессов в трещинно-щелевом коллекторе с учетом скорости подвигания и расстояния до очистного забоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гершун О.С., Андреев М.М., Колупанов В.К., Гатауллин Н.Н. Каптирование метана скважинами на пути его движения из источников поступления // Совершенствование технологии производства на шахтах Донбасса. - сб. Донуги, Донецк, 1987. - с. 145 - 151.
2. Андреев М.М. Формирование техногенной системы аэродинамически связанных трещин породного массива // Разработка месторождений полезных ископаемых: Респ. межвед. науч.-техн. сб. - 1988. - Вып. 81. - с. 16-22.
3. Гатауллин Н.Н. Дегазация угленосной толщи барьерными скважинами // Уголь Украины, №12, 1990. - с. 26-27.

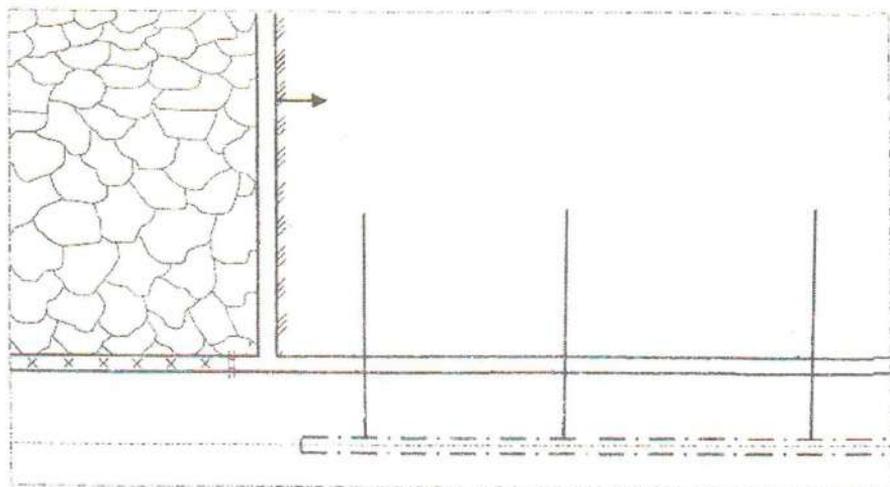


Рис. 2 - Схема расположения дегазационных скважин в кровле пласта m_3

УДК 622.817.47

Асп. И.И. Пугач (НГУ)

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЕГАЗАЦИИ ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ШАХТНОЙ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СЕТИ

У статті приділена увага ролі дегазції у вирішенні техніко-економічних, екологічних та господарських проблем газових вугільних шахт. Розглянуто шляхи вирішення задачі вилучення кондиційного метану засобами дегазції з урахуванням режимів вентиляції.

SUBSTANTIATION OF PARAMETERS OF DECONTAMINATION AT REGULATION AIR-DISTRIBUTION A MINE VENTILATING NETWORK

In article the role of decontamination in solving technique-economic, ecological and economic problems of gas collieries is given. Ways of the decision of a task of extraction conditional methane are considered by means of decontamination in view of modes of ventilation.

Проблема метана на газообильных угольных шахтах на сегодняшний день является комплексной проблемой, представляющей одновременно производственную и экологическую опасность (метан относится к числу «парниковых» газов). При неправильно рассчитанных параметрах дегазации существует реальная угроза создания аварийной ситуации, кроме того, снижается производительность добычного участка. С другой стороны, метан является ценным энергетическим и химическим ресурсом [1]. Как повышение интенсивности вентиляции, так и дегазация увеличивают эмиссию метана в земную атмосферу, если метан не утилизируется. Утилизация метана возможна исключительно при условии обеспечения стабильных дебитов и высоких