

ставляющую в уравнении (1) не учитывать. Если же предмет исследования – процесс фильтрации метана, то изменением НДС вмещающего выработку массива пренебрегать нельзя.

Таким образом, влияние одного из связанных процессов на общий результат можно оценить, используя критерий Δ , характеризующий изменение параметров при исключении этого процесса из общей системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Метод конечных элементов в задачах газонефтепромысловый механики / В.Н. Аликии, И.Е. Литвин, С.М. Щербаков, В.П. Бородавкин. – М.: Недра, 1992. – 288 с.
2. Круковская, В.В. Изучение параметров процесса выброса угля и газа с использованием компьютерного моделирования / В.В. Круковская // Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках: Матер. XVIII Межд. науч. школы. – Симферополь: Таврич. нац. ун-т, 2008. – С. 132-134.

УДК 621.3:622

Аспирант П.А. Брюханов
(МакНИИ),
д-р техн. наук В.Г. Шевченко
(ИГТМ НАН Украины)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕГАЗАЦИИ ПОДЗЕМНЫМИ СКВАЖИНАМИ ПОЗАДИ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ

Дано оцінку ефективності дегазації підземними свердловинами за діючим очисним вибоєм. Отримані результати дозволяють визначити раціональну глибину герметизації дегазаційних свердловин з урахуванням деформації гірського масиву й самих свердловин та її вплив на відносні витоки (підсмоктування), відносний дебіт метану, що витягається системою дегазації, коефіцієнт ефективності дегазації.

EVALUATION DEGASSING DOWNHOLE BEHIND OF STOPE

The efficacy of the drainage of downholes behind existing stope. The results obtained allow to determine a rational depth germanium degasification downholes cross-breeding with the deformation of rock mass and own downholes and its effect on the relative leakage (choke), the relative yield of methane extracted degassing, degassing efficiency ratio.

Герметизация дегазационных скважин решает двойственную задачу: предотвращения подсосов воздуха по трещинам в систему шахтной дегазации и снижения концентрации метана, выдаваемого из шахты, и предотвращение утечек метана из-за его дренажа по трещинам и загазирования выработок по этой причине. При идеальной герметизации можно не считаться с подсосами воздуха и возможными загазированиями горных выработок. Наоборот, при недостаточной герметизации скважин снижается эффективность дегазации как системы поставки метана для использования потребителями, так и ухудшается взрывобезопасность и охрана труда при ведении технологических работ по добыче угля в шахте.

На рис. 1 показана полученная зависимость утечек из скважины от длины герметизации устья скважины.

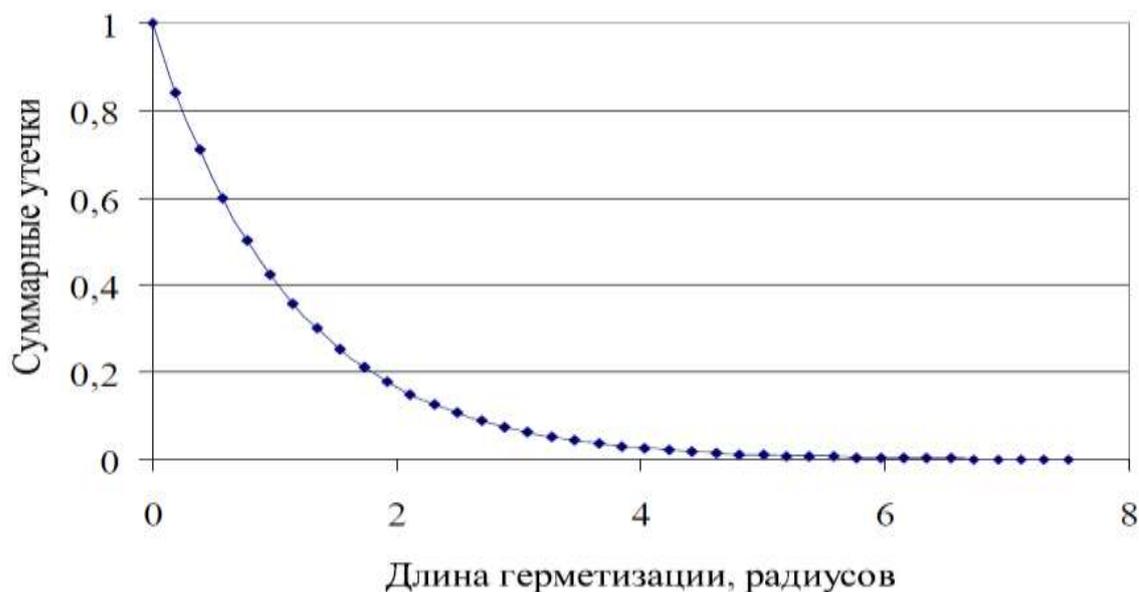


Рис. 1 - График для выбора необходимой длины герметизации скважины.

Из анализа этой зависимости можно сделать вывод о том, что в самом худшем случае, когда герметизация отсутствует (при длине герметизации $L = 0$) в дегазационную систему шахты будет поступать воздух из выработки, из которой пробурена скважина, что эквивалентно величине 100% утечек воздуха в скважину. С улучшением герметизации за счет её длины (глубины) утечки уменьшаются, что приводит к росту концентрации метана в отсасываемой смеси и, следовательно, сказывается на повышении эффективности дегазации как системы нормального обеспечения метаном потребителей.

Эффективность дегазации согласно [1] определяется как коэффициент эффективности по формуле:

$$K_{\text{дег.общ}} \geq \frac{I_{\text{общ}} - I_B}{I_{\text{общ}}}, \quad (1)$$

где $K_{\text{дег. общ}}$ – коэффициент эффективности системы шахтной дегазации (общей эффективности) в долях единицы; $I_{\text{общ}}$ – среднее ожидаемое метановыделение в данную выработку или на выемочный участок, $\text{м}^3/\text{мин}$; I_B – средний дебит метана, который может быть разбавлен воздухом до безопасного содержания с учетом неравномерности газовыделения, $\text{м}^3/\text{мин}$.

Эффективность дегазации можно выразить также в процентах:

$$K_{\text{дег.общ}} \% \geq \frac{I_{\text{общ}} - I_B}{I_{\text{общ}}} 100\% \quad (2)$$

Таким образом, коэффициент эффективности дегазации – это величина в долях единицы или в процентах от того метановыделения в выработку, которое остается при осуществлении дегазации.

Среднее ожидаемое метановыделение в выработку определяют в соответствии с методикой прогноза метанообильности, приведенным в [2]. Рассмотрим задачу определения эффективности дегазации применительно к участку очистной выемки угля. Источниками выделения метана в выработки выемочного участка являются: разрабатываемый угольный пласт, сближенные угольные пласты (спутники) и вмещающие породы.

В [2] приведены формулы для определения метановыделения для различных условий, однако для решения поставленной задачи в работе предложено фактическое или прогнозируемое среднее метановыделение в выработку $I_{общ}$ определять согласно [3] по выражению:

$$I_{общ.} = \frac{q_{оч} \cdot A}{1440}, \quad (3)$$

где $q_{оч}$ – метанообильность призабойного пространства лавы без дегазации источников метана, м³/т; A – заданная суточная добыча угля, т.

Средний дебит метана, который при дегазации может быть разбавлен воздухом до безопасного содержания, с учетом неравномерности метановыделения I_B , определим по формуле, приведенной в [1]:

$$I_B = 0,0078 Q_{общ.} \text{ (при } Q_{общ.} > 2,5 \cdot 10^2), \quad (4)$$

где $Q_{общ.}$ – расход воздуха, подаваемого для проветривания выработки или участка, м³/мин.

С учетом того, что в выработке имеется n скважин, средний дебит метана можно выразить через дебит отдельных скважин:

$$I_B = (i_{B1} + i_{B2} + i_{B3} + \dots + i_{Bn}) = \sum_1^n i_{Bn}$$

где $i_{B1}, i_{B2}, i_{B3}, \dots, i_{Bn}$ – дебит метана по скважинам, подключенным к системе дегазации; n – общее число скважин в системе дегазации; i_B – сред-

ний дебит метана одной скважины, равный $i_B = (\sum_1^n i_{Bn}) / n$.

При таком представлении средний дебит метана в выражениях (1), (2) будет

$$I_B = i_B n, \quad (5)$$

а средний дебит одной скважины

$$i_B = \frac{I_B}{n} \quad (6)$$

С учетом этого выражения (4) дебит метана одной дегазационной скважины, который может быть разбавлен до безопасного содержания, будет равен:

$$i_B = \frac{0,0078 Q_{\text{общ.}}}{n} = (0,0078 \cdot q_{\text{общ.}}), \quad \text{м}^3/\text{мин} \quad (7)$$

где $q_{\text{общ.}}$ – средний расход воздуха, подаваемого для проветривания, условно приходящийся на одну дегазационную скважину: $q_{\text{общ.}} = \frac{Q_{\text{общ.}}}{n}$ м³/мин.

С учетом изложенного, коэффициент эффективности дегазации может быть определен по выражению:

$$K_{\text{дег.общ.}} \geq 1 - \frac{I_B}{I_{\text{общ.}}} = 1 - \frac{0,0078 q_{\text{общ.}} \cdot n}{q_{\text{оч.}} A / 1440} \quad (8)$$

или

$$K_{\text{дег.общ.}} \geq 1 - \frac{1440 \cdot i_B n}{q_{\text{оч.}} \cdot A} = 1 - \frac{i_B}{i_{\text{общ.}}}, \quad (9)$$

где $i_{\text{общ.}} = \frac{q_{\text{оч.}} \cdot A}{n \cdot 1440}$ – относительное метановыделение призабойного пространства, приходящееся на одну скважину, м³/мин.

На практике, если известна метанообильность источников метана, эффективность дегазации можно определить по величинам метанообильности, например, призабойного пространства лавы, без дегазации $q_{\text{оч.}}$ и метанообильности призабойного пространства с дегазацией $q'_{\text{оч.}}$, при которой может быть обеспечена заданная суточная добыча участка, используя формулу, приведенную в [3].

$$K_{\text{дегаз.}} \geq 1 - \frac{q'_{\text{оч.}}}{q_{\text{оч.}}}, \quad (10)$$

где $q'_{\text{оч.}}$ – метанообильность призабойной части при использовании дегазации, м³/т; $q_{\text{оч.}}$ – метанообильность призабойной части без дегазации, м³/т.

В таком случае $q_{\text{оч.}}$ предполагается известной, а $q'_{\text{оч.}}$ определяется по выражению, приведенному в [3]:

$$q'_{\text{оч.}} = \frac{864 S V C}{A K_H}, \quad (11)$$

где S – минимальная площадь сечения лавы, свободная для прохода людей, м²; V – допустимая максимальная скорость движения воздуха в лаве, м/с [4]; C – допустимая по [4] максимальная концентрация метана в исходящей из лавы струе воздуха, %; A – суточная добыча угля, т; K_H – коэффициент неравномерности метановыделения в лаве.

Общую метанообильность $q'_{\text{оч.}}$ можно представить как произведение числа скважин n системы дегазации и метанообильности призабойной части,

приходящуюся в среднем на одну дегазационную скважину $q'_{ск}$. При этом коэффициент эффективности дегазации можно представить следующим выражением:

$$K_{дегаз.} \geq 1 - \frac{q'_{ск} \cdot n}{A \cdot K_H \cdot q_{оч.}}, \quad (13)$$

где $q'_{ск} := q'_{оч}/n = \frac{864 S \cdot V \cdot C}{A \cdot K_H \cdot n}$ – средняя метанообильность, приходящаяся

на одну дегазационную скважину, $м^3 / т$.

Отношение общей метанообильности призабойного пространства лавы без дегазации $q_{оч}$ к числу скважин системы дегазации N можно представить как метанообильность, приходящуюся на одну дегазационную скважину $q_{ск} = q_{оч}/n$.

Поэтому получим более удобное выражение для определения коэффициентов эффективности дегазации $K_{дег. общ.}$:

$$K_{дег. общ.} \geq 1 - \frac{1440 \cdot i_B}{q_{ск} \cdot A \cdot n} \quad (14)$$

Эту формулу можно преобразовать в следующий вид :

$$K_{дег. общ.} \geq 1 - \frac{i_B}{i_{общ.}}, \quad (15)$$

где $i_B = I_B/n = \frac{0,0078 Q_B}{n}$ – средний дебит метана из одной дегазаци-

онной скважины, $м^3 / мин$; $i_{общ.} = I_{об}/n = \frac{q_{оч} \cdot A}{1440 \cdot n}$ – ожидаемое среднее содержание метана в воздухе, приходящееся на одну дегазационную скважину, $м^3 / мин$.

Изложенное позволяет сделать вывод о том, что эффективность дегазации можно определить по средним показателям дебита метана одной скважины и среднему содержанию метана в воздухе (без дегазации), приходящемуся условию на одну дегазационную скважину.

Из полученных выражений видно, что эффективность дегазации можно оценить, если известны коэффициент неравномерности метановыделения K_H средний расход метановоздушной смеси, извлекаемой из одной скважины q_c , и средний расход воздуха, подаваемого в выработку, приходящийся на одну дегазационную скважину $q_в$.

Согласно п. 6.2.1.2 [2] коэффициент неравномерности метановыделения определяется по формуле

$$K_H = 1,94 \Gamma^{0,14},$$

где I – среднее фактическое (ожидаемое) метановыделение в выработке, м³/мин.

Альтернативно коэффициент неравномерности K_n принимается по табл. 6.3 [2] (табл. 1).

Таблица 1 - Значение коэффициента неравномерности метановыделения

Среднее метановыделение, м ³ /мин	0,2-0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0	4,0-6,0	6,0-10,0	10,0-15,0	15,0-20,0	более 20,0
Коэффициент неравномерности K_n	2,43-2,14	2,14-1,94	1,94-1,83	1,83-1,76	1,76-1,66	1,66-1,60	1,60-1,51	1,51-1,40	1,40-1,33	1,33-1,28	1,28

Средний расход метановоздушной смеси, отводимой одной скважиной q_c , является параметром дегазационной скважины, а расход воздуха, подаваемого в выработку, приходящегося на одну скважину q_b , определяется по общему расходу воздуха, подаваемого в выработку для разбавления выделяющегося метана до допустимой безопасной величины. Этот расход определяется в соответствии с [2], как это следует из выражений (9) и (15).

Таким образом, из вышеприведенных данных следует, что эффективность дегазации можно определить по средним параметрам одной дегазационной скважины, используя изложенные входные данные.

Рассмотрим влияние глубины герметизации скважины на эффективность дегазации.

Зависимость утечек (или подсосов) воздуха из скважины от длины герметизации построена по относительным показателям: утечки (y) взяты в долях от дебита (расхода) скважины (q_c), а длина ее герметизации (l) в радиусах сводовой части выработки (см. рис. 1). Целесообразно рассмотреть эту зависимость в абсолютных показателях, особенно это касается длины (глубины) герметизации.

Переход от утечек, выраженных в долях, к утечкам, выраженным в м³/мин, осуществляется по выражению:

$$q = y \cdot q_c \quad (16)$$

где q – утечки в м³/мин; y – утечки в долях единицы по графику рис. 1; q_c – расход (дебит) метановоздушной смеси одной дегазационной скважины, м³/мин.

Переход от длины (глубины) герметизации в радиусах сводовой части выработки к длине (глубине) герметизации в метрах осуществляется по выражению

$$l = L \cdot R \quad (17)$$

где l – глубина герметизации в метрах; L – глубина (длина) герметизации в радиусах; R – длина радиуса сводовой части выработки в метрах, принимаемая исходя из реальных размеров выработки, например, 3 м.

С учетом изложенного, определены суммарные утечки из скважины в зависимости от длины герметизации в метрах (табл. 2).

Таблица 2 - Зависимость утечек скважины от длины герметизации

Длина герметизации в радиусах	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Длина герметизации в метрах	0	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0
Суммарные утечки в долях единицы	1,0	0,62	0,41	0,26	0,17	0,104	0,074

Путем математической обработки данных табл. 1 получена графическая зависимость утечек (подсосов) воздуха от глубины герметизации скважины. Эта зависимость в полулогарифмической системе координат имеет вид прямой (рис. 2).

Полученная зависимость выражается формулой:

$$y = a \cdot e^{-bx}, \quad (18)$$

где a – значение утечек в относительных величинах при $x = 0$; x – длина герметизации скважины L , м; b – коэффициент, характеризующий скорость изменения утечек (подсосов) воздуха в зависимости от длины герметизации.

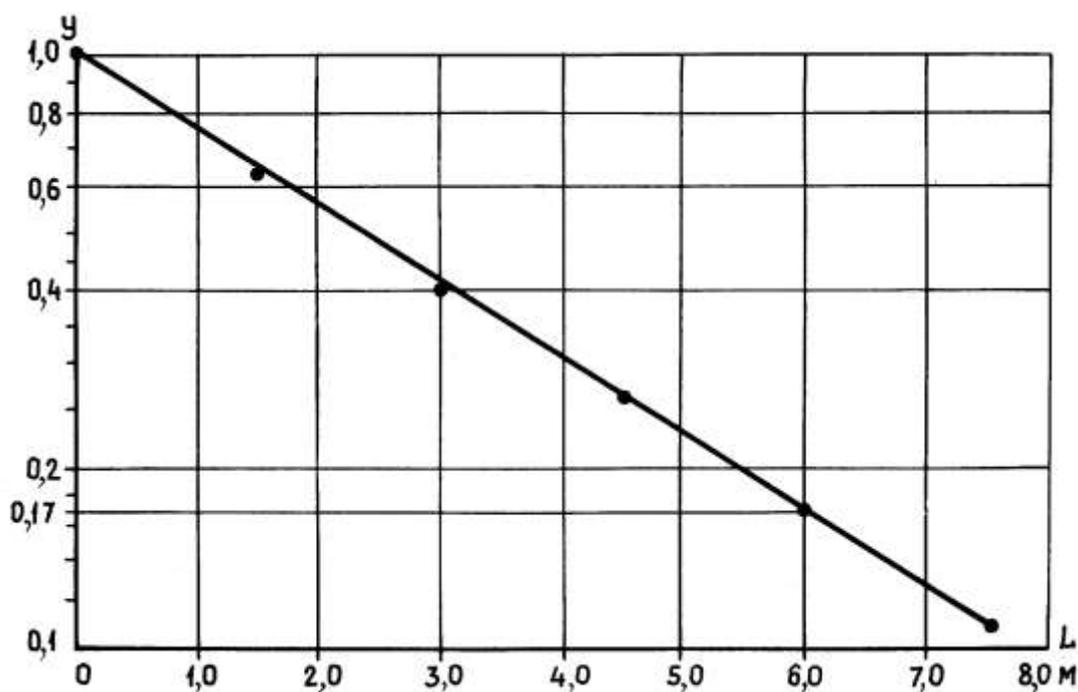


Рис. 2 - Зависимость утечек скважины от длины ее герметизации

Выравнивание зависимости выполнено по x и $\Psi = \lg y$:

$$\Psi = \lg a + b \lg e \cdot x,$$

где e – основание натуральных логарифмов ($e = 2,7183$).

На рис. 2 видно, что с уменьшением длины герметизации L утечки увеличиваются. При длине $L = 6$ м (минимальная длина герметизации по СОУ 10.100174088.001) утечки составляют 0,17 (т.е. 17%) от объема смеси в скважине.

Коэффициенты a и v в формуле (18) определим по способу натянутой нити [5].

Согласно рис. 2, логарифмируя обе части зависимости (18), получаем

$$\lg y = \lg a + (v \lg e) x$$

или

$$\Psi = A + B x, \quad (19)$$

где $A = \lg a$, $B = v \lg e$, $\Psi = \lg y$.

В соответствии с табл. 2 рассмотрим две точки на рис. 2:

1) $y_1 = 1$; $x_1 = L_1 = 1,5$ и 2) $y_2 = 0,17$; $x_2 = L_2 = 6$.

В логарифмическом виде имеем 2 уравнения:

$$\begin{aligned} \lg 1 &= A + B \cdot 0; \quad A = \lg 1 = 0. \\ \lg 0,17 &= A + B \cdot 6. \end{aligned}$$

Т.к. $\lg 1 = 0$; $\lg 0,17 = 1,2304 = -0,7696$, вычитая из второго уравнения первое, находим $B = -0,7696 / 6 = -0,128$; $a = 1$; $v = -0,128 / \lg e = -0,128 / 0,4343 = -0,295$

Имея значения коэффициентов a и v и учитывая, что неизвестным x является длина скважины L , т.е. $x = L$, получим:

$$y = 1 \cdot e^{-0,295 L} \quad (20)$$

Полученная формула характеризует зависимость утечек скважины (в относительных величинах) от длины (глубины) герметизации в метрах. Для дальнейшей оценки влияния глубины герметизации на эффективность дегазации, необходимо ввести длину герметизации L в формулы, по которым определяется эффективность.

Рассматривая работу скважины по извлечению метана из горного массива, отметим следующее. В пробуренную из выработки скважину поступает метан под естественным давлением газа. При отсутствии трещин в массиве метан может поступать в выработку только по устью скважины. Если скважина подключена к системе дегазации шахты, то под действием депрессии вакуумнонасоса метан отводится из скважины на поверхность. В случае образования трещин в массиве из пробуренной скважины метан может поступать в выработку как по устью скважины, так и по трещинам, образуя утечки метана. Если скважина подключена к системе дегазации, то под действием разрежения, создаваемого вакуумнонасосом, из скважины в систему дегазации отводится метан из горного массива и подсасываемый по тре-

щинам воздух из выработки, из которой пробурена скважина. При этом количество метана в дебите скважины уменьшается, вследствие замещения и разбавления его подсасываемым воздухом. Количество метана в отсасываемой смеси с дебитом q_c при утечках (подсосах) уменьшится по сравнению со случаем, когда утечки (подсосы) отсутствуют. Математически это можно записать следующим равенством:

$$q_c = i_g - q, \quad (21)$$

где q_c – дебит дегазационной скважины, м³/мин; i_g – дебит метана в скважине, м³/мин; q – утечки метановоздушной смеси, м³/мин, зависящие от дебита скважины, т.е. определяемые согласно выражению (16)

$$q = y \cdot q_c.$$

На основании последних двух формул дебит метана в скважине будет:

$$i_g = q_c (1 + y) \quad (22)$$

Увеличение дебита метана при увеличении подсосов воздуха можно объяснить тем, что и в воздухе выработки, из которой пробурена скважина, имеется определенное количество метана. Оно может быть определено как произведение количества воздуха и допустимой концентрации метана в долях единицы.

Подставляя в полученные выражения значение $y = 1 + e^{-0,295L}$, получим зависимость среднего дебита метана в скважине от общего дебита скважины и утечек (подсосов).

Таким образом, средний дебит метана одной скважины будет равен:

$$i_g = q_c (1 + e^{-0,295L}). \quad (23)$$

Полученное выражение показывает, что средний дебит метана одной дегазационной скважины зависит от длины герметизации скважины. Поэтому и эффективность дегазации также зависит от длины герметизации скважины. Целесообразно средний дебит метана одной скважины выразить в относительных единицах метановоздушной смеси скважины q_c . Разделив обе части выражения (23) на q_c , получим:

$$i_{g0} = 1 + e^{-0,295L}, \quad (24)$$

где $i_{g0} = i_g / q_c$ – средний дебит метана в относительных единицах. Средний дебит метана в скважине возрастает с увеличением глубины герметизации устья скважины по закону возрастающей экспоненты (табл. 3).

Таблица 3 – Звсисимость среднего дебита метана в скважине от глубины герметизации устья скважины

Глубина герметизации (L), м	0	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0
Утечки в долях единицы	1	0,6440	0,4107	0,2645	0,1700	0,1080	0,0700	0,0455	0,0293
Относительный дебит метана ($i_{\text{в } 0}$)	2	1,6440	1,4107	1,2645	1,1700	1,1080	1,0700	1,0455	1,0293

Из табл. 3 видно, что при отсутствии герметизации, т.е. при $L = 0$ относительный дебит скважин увеличился в 2 раза. Это означает, что в систему дегазации будет поступать воздух из выработки, из которой пробурена скважина, а сама скважина перестанет функционировать, т.к. она не сможет отсасывать метан из горного массива.

При увеличении глубины герметизации утечки уменьшаются, а дебит метана увеличивается, что сказывается на эффективности дегазации.

Подставляя значение метановыделения одной скважины $i_{\text{в}}$ в формулу (15), получим коэффициент эффективности дегазации:

$$K_{\text{дег.общ.}} = 1 - \frac{i_u}{i_{\text{общ.}}} = 1 - \frac{q_c (1 + e^{-0.295L})}{q_{\text{оч}} A / (1440 \cdot n)} \quad (26)$$

Эту формулу можно переписать в виде:

$$K_{\text{дег.общ.}} = 1 - \frac{q_c n (1 + e^{-0.295L})}{q_{\text{оч}} A_{\text{мин}}}, \quad (27)$$

где $A_{\text{мин}} = \frac{A}{1440}$ – минутная нагрузка на забой, т/мин.

Произведение $q_c \cdot n$ – это объем метановоздушной смеси, извлекаемый системой дегазации из n скважин.

Произведение $q_{\text{оч}} \cdot A_{\text{мин}}$ – объем метановоздушной смеси, образовавшийся в призабойном пространстве.

Поскольку для конкретных условий объем метановоздушной смеси в скважине q_c и общий объем смеси в выработке $q_{\text{оч}}$, а также нагрузка на очистный забой A и число дегазационных скважин n не зависят от длины герметизации скважины, можем записать

$$K_{\text{дег.общ.}} = 1 - m(1 + e^{-0.295L}), \quad (28)$$

где $m = \frac{q_c n}{q_{oc} A_{мин}}$ – безразмерный коэффициент, величина которого зависит от объема смеси в скважине q_c , в выработке q_{oc} , нагрузки на забой A и числа скважин n , но не зависит от глубины герметизации L .

Рассматривая величину m , видим, что ее числитель – это объем метано-воздушной смеси, отсасываемой системой дегазации из n скважин, а знаменатель – общий объем метановоздушной смеси, образованной в призабойном пространстве лавы $I_{общ.}$. Поэтому $m = \frac{I_B}{I_{общ.}}$.

При этом коэффициент эффективности дегазации будет:

$$K_{дег.общ.} = 1 - \frac{I_B}{I_{общ.}} (1 + e^{-0.295L}) \quad (29)$$

Из полученной формулы следует, что и по общим показателям коэффициент эффективности дегазации зависит как от отношения допустимого метановыделения I_B к общему метановыделению выемочного участка $I_{общ.}$, так и от глубины (длины) герметизации устья скважины L .

Коэффициент эффективности дегазации можно определить и по отношению общих величин метанообильности в призабойном пространстве q'_{oc} с дегазацией и метанообильности без дегазации q_{oc} :

$$K_{дег.общ.} = 1 - \frac{q'_{oc}}{q_{oc}} (1 + e^{-0.295L}) \quad (30)$$

Сравнивая формулы (26) и (30), видим, что последняя формула отличается тем, что в ней вместо отношения метановыделения $\frac{I_B}{I_{общ.}}$ используется

отношение метанообильности $\frac{q'_{oc}}{q_{oc}}$, т.к. $\frac{I_B}{I_{общ.}} = \frac{q'_{oc}}{q_{oc}}$. Но в обеих

формулах указанные отношения показывают, какую долю от общего объема метана составляет объем метана, отводимый за счет дегазации. Сумма $1 + e^{-0.295L}$ показывает долю отводимого объема метана в зависимости от длины герметизации устья скважины. Эта доля метана показана в табл. 3.

Целесообразно рассмотреть влияние длины герметизации на конкретном примере. Для этого воспользуемся данными расчета параметров дегазации угольных пластов при выемке угля [6].

В этом расчете определены метанообильность призабойного пространства лавы с дегазацией q'_{oc} , при которой может быть обеспечена суточная добыча $A = 1000 \text{ т} - q'_{oc} = 8,6 \text{ м}^3/\text{т}$; и метанообильность призабойного простран-

ства лавы без дегазации – $q_{оч} = 16,0 \text{ м}^3/\text{т}$. По этим данным определен коэффициент дегазации $K'_{дег.} = 1 - \frac{q'_{оч}}{q_{оч}} = 1 - \frac{8,6}{16,0} = 0,46$.

Используя эти данные, определим коэффициент эффективности дегазации в зависимости от длины (глубины) герметизации, используя полученную в работе формулу:

$$K_{дег.общ.} = 1 - \frac{q'_{оч}}{q_{оч}} (1 + e^{-0,295L})$$

Результаты расчетов приведены в табл. 4.

Таблица 4 - Зависимость коэффициента эффективности дегазации от глубины герметизации

Глубина герметизации $L, \text{ м}$	0	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0
Относительные утечки (подсосы) $e^{-0,295L}$	1	0,644	0,4107	0,2645	0,1700	0,1108	0,107	0,0445	0,0293
Относительный дебит метана, извлекаемого системой дегазации $1 + e^{-0,295L}$	2	1,644	1,4102	1,2645	1,1700	1,1108	1,070	1,0455	1,0293
Коэффициент $m = \frac{8,6}{16,0} (1 + e^{-0,265L})$	–	0,876	0,758	0,680	0,629	0,597	0,575	0,562	0,553
Коэффициент эффективности дегазации $K_{дег.общ.} = 1 - \frac{q'_{оч}}{q_{оч}} (1 + e^{-0,295L})$	–	0,124	0,24	0,32	0,37	0,40	0,42	0,44	0,45

Приведенные в табл. 4 расчеты показывают, что коэффициент эффективности дегазации увеличивается с увеличением глубины герметизации устья скважин, но при небольшой глубине эффективность невелика, а значительный рост эффективности обеспечивается при глубине герметизации более 3 м. По результатам расчетов можно сделать вывод, что глубину герметизации целесообразно обеспечивать более 6 м.

В [2] для указанного примера определено значение коэффициента эффективности дегазации без учета утечек, т.е. для массива без трещин, равное 0,46. Из табл. 4. видно, что при длине герметизации 12 м коэффициент эффективности отличается от коэффициента, соответствующего ненарушенному массиву на одну сотую доли. Сравнение расчетных данных с данными, приведенными в [3], может свидетельствовать о достоверности теоретических положений и результатов настоящей работы.

Полученные результаты позволяют определять рациональную глубину герметизации дегазационных скважин с учетом деформации горного массива и самих скважин. Разумеется, что экономическая эффективность глубины

герметизации должна также учитывать расходы на осуществление герметизации, т.е. затраты на обсадные трубы, арматуру и объемы работ. Расчет такой эффективности должен осуществляться для каждого конкретного случая проектирования и сооружения систем дегазации конкретных шахт.

Отметим также, что не меньшее значение имеет рациональная глубина герметизации для эффективности обеспечения безопасности работ в шахтах, прежде всего предотвращения опасности воспламенения и взрыва метана в шахтах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дегазация угольных шахт. Требования к способам и схемы дегазации. СОУ 10.1.00174088.001-2004. К.: Минтоэнерго Украины. – 2004. – 162 с.
2. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. – К.: Основа, 1994. – 311 с.
3. Руководство по дегазации угольных шахт. М: Недра, 1975. – 189 с.
4. Правила безпеки у вугільних шахтах НПАОП 10.0-1.01-10. – К.: редакція журналу «Охорона праці», 2010. – 211 с.
5. Бугара М. И. Исследование напряженного состояния массива при формировании угольного целика / М. И. Бугара, В. А. Коломиец, З. Г. Пастернак, И. Е. Иванов // Сб. науч. тр. НГУ. – № 17. – Том 1. – Днепропетровск: РИК НГУ, 2003. – С. 339-345.
6. Бокий Б. В. Обоснование архитектуры системы для прогноза сейсмических событий техногенной природы / Б. В. Бокий, Е. В. Шкурят, Е. В. Бабенко, В. В. Назимко // Матеріали міжнародній конференції «Форум гірників-2010». – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2010. – С. 7-14.

УДК [622.831.322:551.24].001.6

Канд. техн. наук П.Е. Филимонов
(ПАО «Шахта им. А.Ф. Засядько»)

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ И КРЕПЛЕНИЯ 18-ГО ЗАПАДНОГО КОНВЕЙЕРНОГО ШТРЕКА ПЛАСТА m_3 ПАО «ШАХТА ИМ. А.Ф. ЗАСЯДЬКО» ПРИ ПЕРЕХОДЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ

Викладено заходи й досвід безпечного ведення гірничих робіт при проведенні 18-го західного конвеєрного штреку пл. m_3 ПАТ «Шахта ім. О.Ф. Засядька» у зоні прогнозованого геологічного порушення.

EXPERIENCE OF DRIVING AND SUPPORTING 18TH WESTERN CONVEYER ROADWAY m_3 LAYER PJSC "MINE THEM. A.F. ZASYADKO" AS THEY MOVE GEOLOGICAL FAULTS

Outlines the activities and experience of safety mining spent at the 18th western conveyor drift m_3 layer of PJSC "Mine them. A.F. Zasyadko "in the area of geological forecasting fix violations.

Разработаны мероприятия по безопасному ведению работ при проведении 18-го западного конвейерного штрека пл. m_3 в зоне прогнозируемого геологического нарушения. Подход к указанному разрывному нарушению для определения его точного положения и оценки его газодинамической активности производился с бурением разведочных скважин в следующем порядке:

- за 20 м до прогнозируемого нарушения останавливался забой и бурились 2 разведочные скважины по угольному пласту длиной >20 м и диаметром 76 мм с неснижаемым опережением >10 м. Скважины располагались по разработанной геологом схеме: одна скважина (№1) - в средней части забоя, вторая (№2) - в правом углу, с направлением их по нормали к предполагаемому простиранию