Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XLVI, вып. 1, 1962 г.

О НЕРАВНОМЕРНОСТИ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ ВЫЕМОЧНОГО УЧАСТКА

В. Б. Комаров, В. И. Фомичев

Метановыделение в пределах выемочного участка зависит от работы добычных машин, колебаний атмосферного давления, обрушения горных пород основной кровли, неравномерности подачи воздуха и т. д. Независимо от влияния этих факторов, содержание метана на исходящей струе участка не должно превышать 1%. Следовательно, на участок необходимо подавать такое количество воздуха $Q_{\text{расч}}$, которое обеспечивало бы соблюдение требований Правил безопасности при любых комбинациях указанных факторов.

Для определения такого расчетного количества воздуха, необходимого для проветривания лавы, требуется определить не только среднее значение газовыделения, но и его изменения, учитываемые обычно коэффициентом неравномерности. Общепринятого определения коэффициента неравномерности нет. Одни определяют его как отношение наиболее вероятного максимального $G_{\text{вер. max}}$ газовыделения к среднему за сутки $G_{\text{ср. сутки}}$ [1, 2]

$$K_{\text{нер}} = \frac{G_{\text{вер. max}}}{G_{\text{ср. сутки}}}. \qquad (1)$$

Другие под коэффициентом неравномерности понимают отношение максимального значения газовыделения в добычную смену $G_{\text{max доб}}$ к среднему значению в ту же смену $G_{\text{ср. смену}}$ [3, 4]

$$K_{\text{нер}} = \frac{G_{\text{max доб}}}{G_{\text{ср. смену}}}. \qquad (2)$$

Некоторые исследователи не дают прямого определения коэффициента неравномерности, но вводят его в расчет [5].

На основании экспериментальных данных, полученных в результате обследований (1958—1960 гг.) шахт комбината Воркутауголь, наиболее опасных по газу, и использования многочисленных литературных данных по другим бассейнам, источники газовыделения по времени действия можно подразделить на постоянно действующие, периодически повторяющиеся, непериодические и случайные.

К постоянным источникам метановыделения относится газовыделение из угольного забоя и выработанного пространства. Стабильность газовыделения из груди забоя наиболее характерна для лав, разрабатывающих одиночные пласты. В табл. 1 приведены данные о газовыделении Северной лавы, разрабатывающей пласт Q_1 (шахта № 18 комбината Воркутауголь).

Аналогичные результаты были получены для одиночного пласта VIII и для пластов, имеющих спутники (Тройной, Мощный, Четвертый, Двойной, Первый).

Таблица 1

Газовыделение на вентиляционном штреке в 5 *м* от лавы

Дата наблюдений	Количество воздуха, *м³/мин*	CH_4, %	Дебит метана, *м³/мин*
15/X 1958 г.	338	0,25	0,841
1/XII 1958 г.	330	0,25	0,832
15/XII 1958 г.	349	0,30	0,968
1/II 1959 г.	242	0,35	0,847
12/IX 1959 г.	380	0,25	0,950
Среднее . .	328	0,28	0,887

При сплошной системе разработки метановыделение из груди забоя $G_{заб}$ стабилизируется сразу после отхода лавы от разрезной печи. При системе длинных столбов $G_{заб}$ становится постоянным после отхода лавы на некоторое расстояние от разрезной печи. Это расстояние соответствует зоне дегазации угольного массива подготовительными выработками. Для Воркутского месторождения величина этой зоны составляет 10—20 *м*.

Газовыделение из выработанного пространства в призабойную часть лавы и на вентиляционный штрек зависит от схемы проветривания участка, мероприятий по управлению газовыделением, колебаний барометрического давления, количества подаваемого воздуха и изменяется при обрушениях непосредственной и основной кровли. При отсутствии этих факторов метановыделение из выработанного пространства остается достаточно постоянным, что отмечалось ранее [1] и подтверждается данными табл. 2.

Таблица 2

Газовыделение в верхней части лавы[1]

Дата наблюдений (1959 г.)	В призабойном пространстве			В выработанном пространстве		
	количество воздуха, *м³/мин*	CH_4, %	дебит метана, *м³/мин*	количество воздуха, *м³/мин*	CH_4, %	дебит метана, *м³/мин*
Пятая северная лава, пласт Двойной (шахта № 1)						
Март						
10	196	0,59	0,98	160	1,2	1,92
11	204	0,50	1,02	172	1,1	1,89
28	232	0,40	0,92	163	1,2	1,96
29	261	0,40	1,04	191	1,2	2,28
30	240	0,40	0,96	186	1,1	2,05
Апрель						
12	264	0,45	1,19	224	1,1	2,47
14	261	0,60	1,57	209	1,1	2,31
Северная лава, пласт Тройной (шахта № 7)						
Сентябрь						
10	412	0,30	1,24	184	1,55	2,86
11	426	0,50	2,23	172	1,50	2,59
17	391	0,50	1,94	207	1,40	2,90
20	417	0,40	1,66	171	1,40	2,40
25	408	0,30	1,46	203	1,40	2,85

[1] По данным поперечных газовых съемок и определений с помощью продольных перемычек вдоль забоя.

Отношение величин метановыделения из выработанного пространства $G_{выр}$ к призабойному $G_{заб}$ при постоянной скорости подвигания очистного забоя и отходе лавы от разрезной печи на расстояние, равное трех-четырехкратному шагу обрушения основной кровли, можно выразить

$$\frac{G_{выр}}{G_{заб}} = C. \qquad (3)$$

Значение C, по данным газовых балансов основных рабочих пластов Воркутского месторождения, изменяется от 0,2 до 4,2 и зависит от мощности подрабатываемых и надрабатываемых пластов, которые питают газом выработанное пространство (табл. 3).

Таблица 3

Зависимость C от мощности пластов-спутников

Пласт	Мощность пласта, *м*	Суммарная мощность подрабатываемых и надрабатываемых пластов, *м*	C
Мощный	4,0—4,2	2,0—2,5	3,20—3,50
Тройной и Двойной . .	1,4—2,2	1,5—1,6	1,90—2,30
Четвертый	1,4—1,5	0,2—0,3	0,25—0,34
Пятый	0,9—1,0	1,2—1,4	2,20—2,70
Восьмой и O_I	0,8—0,9	—	0,20—0,23

Примечание. Пласт Мощный вырабатывается в два слоя. Значение C дается для верхнего слоя.

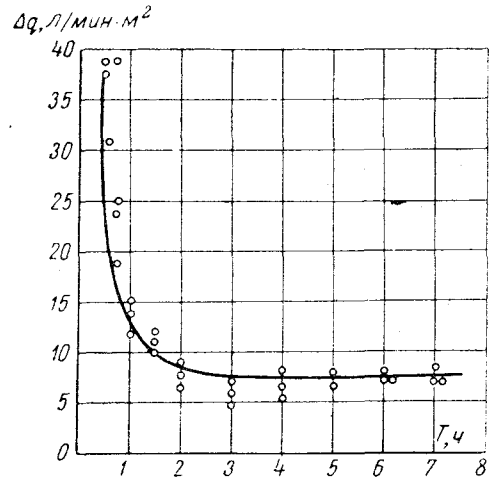


Рис. 1. Зависимость удельного газовыделения от времени обнажения поверхности угля по пласту IV

К периодически повторяющимся источникам метановыделения следует отнести увеличение газовыделения при работе добычных машин $G_{оч}$ (свежеобнаженная плоскость угля, куски отбитого угля, транспортируемый уголь), а также увеличение метановыделения при обрушении кровли в выработанном пространстве.

Увеличение газовыделения при ведении очистных работ

$$K_{оч} = \frac{G_{оч}}{G_{заб}} \qquad (4)$$

зависит от способа выемки угля, длительность повышения газовыделения — от времени работы добычных машин, способа погрузки угля на доставочные механизмы, длины лавы и скорости истощения свежеобнаженной поверхности угольного массива [5]. Изменение удельного газовыделения с единицы поверхности угля связано со временем обнажения (рис. 1). После 1,5—2 *ч.* оно стабилизируется. Аналогичные данные получены и для других лав воркутских шахт. Как показала газовая съемка, при работе комбайна $K_{оч} = 1{,}4$, при выемке с помощью врубовой машины и ручной погрузке $K_{оч} = 1{,}8$, а при буровзрывной выемке 2—2,5.

При обрушении кровли из выработанного пространства значительная масса воздуха с высоким содержанием метана выталкивается в при-

забойную часть лавы и на вентиляционный штрек. Особенно велики пики газовыделения на следующие сутки после первой посадки основной кровли. После трех-четырех посадок основной кровли эти колебания становятся меньше. Оценить величину увеличения газовыделения или установить какую-либо взаимосвязь на данной стадии исследования невозможно.

К непериодическим и случайным источникам повышения газовыделения относятся колебания барометрического давления и изменение подачи воздуха на участок. Величина абсолютного атмосферного давления практически не влияет на $G_{выр}$. При падении давления величина газовыделения возрастает вследствие увеличения объема газа в выработанном пространстве (по закону Бойля—Мариотта) и повышения интенсивности метановыделения из обнаженного угля. Чем больше скорость падения барометрического давления, тем резче увеличивается газовыделение (рис. 2). Так как величину падения давления заранее рассчитать нельзя, то наиболее удобно сравнивать величину относительного падения давления во времени с относительным изменением газовыделения по участку в целом [6]. Данные таких наблюдений на

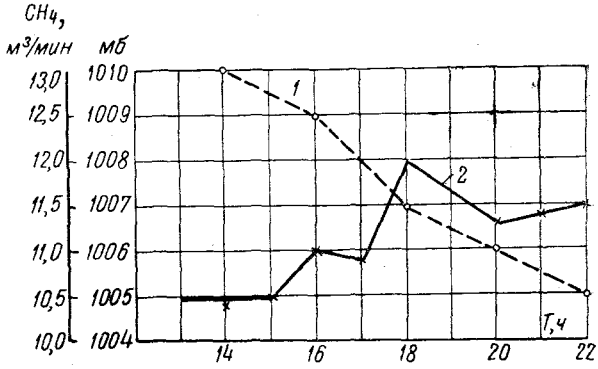


Рис. 2. Зависимость газовыделения от падения атмосферного давления:

1 — давление воздуха на поверхности; *2* — газовыделение на вентиляционном штреке у лавы

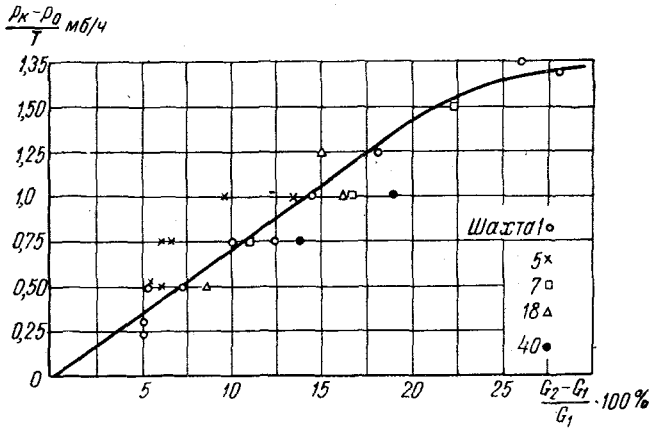


Рис. 3. Зависимость относительного газовыделения от скорости падения барометрического давления:

p_0, $p_к$ — начальное и конечное давления воздуха на участке; G_1, G_2 — газовыделение на участке в начале и конце периода наблюдения

пяти шахтах в различные периоды года (наблюдения производились в нерабочие или ремонтные смены) показывают (рис. 3), что при скорости падения давления 1,5—1,75 *мб/ч* увеличение газовыделения достигает 20—25% от первоначального.

Изменение подаваемого в лаву количества воздуха вызывает изменение дебита метана, которое происходит по сложному закону. В лавах с небольшим выделением газа из выработанного пространства влияние изменения подачи воздуха проявляется в меньшей степени, чем в лавах

со значительным газовыделением. Так, например, при уменьшении подачи воздуха в лаву одиночного пласта в 2—2,5 раза содержание метана вначале незначительно увеличивается и через 3—4 *ч* устанавливается на 12—15% выше среднего. Подобно этому дебит метана лишь через 3—4 *ч* сокращается на 10—12% по сравнению со средним газовыделением при первоначальном количестве воздуха. В лавах со значительным поступлением метана из выработанного пространства влияние изменения подачи воздуха проявляется более резко (рис. 4).

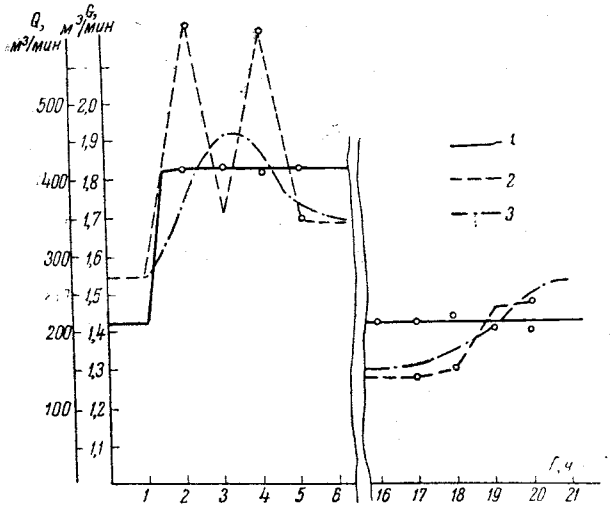


Рис. 4. Влияние количества воздуха, подаваемого в лаву, на дебит CH_4:
1 — *Q*, *м³/мин*; *2* — дебит CH_4; *3* — усредненная кривая дебита CH_4

Основным и наиболее постоянным источником газовыделения в пределах выемочного участка является поверхность угольного забоя, поэтому и значение $G_{заб}$ следует принять за основу при расчете коэффициентов неравномерностей метановыделения. За среднюю величину газовыделения по участку в целом рекомендуется принимать газовыделение с учетом времени работы добычных машин, т. е. из (3) и (4)

$$G_{ср} = G_{заб}\frac{(T+a)\,G_{заб}K_{оч}}{24} + G_{заб}C \qquad (5)$$

или

$$G_{ср} = G_{заб}\left[1 + \frac{(T+a)\,K_{оч}}{24} + C\right], \qquad (6)$$

где $G_{ср}$ — среднесуточное газовыделение по участку, *м³/мин*;
T — время работы комбайна, *ч*;
a — время, учитывающее истощение свежеобнаженной поверхности угля, равное 1,5—2 при одной добычной смене и 3—4 при двух добычных сменах в сутки, *ч*.

Необходимое количество воздуха следует рассчитывать с учетом неравномерности газовыделения. Однако эпизодичность и кратковременность увеличения дебитов метана [неучтенные в формуле (6) факторы] обусловливают расчетное количество воздуха меньше, чем соответствующее максимальному газовыделению. Для учета дополнительных факторов достаточно, по-видимому, ввести коэффициент неравномерности

$$G_{расч} = G_{заб}\left[1 + \frac{(T+a)\,K_{оч}}{24} + C\right]K_{нер}. \qquad (7)$$

Значение $K_{нер}$ можно определить из выражения (1). Для условий Воркутского месторождения $K_{нер}$ рекомендуется принимать в пределах 1,25—1,35. Значение C для каждого пласта выбирается в соответствии с данными табл. 3. Величину $G_{заб}$ можно получить по данным газового баланса выемочного участка или рассчитать по значению «удельного газовыделения»

$$G_{заб} = \Delta q L m, \ м^3/мин, \tag{8}$$

где Δq — удельное газовыделение с поверхности удельного массива, $м^3/м^2 \cdot мин$;

L — длина лавы, $м$;

m — мощность разрабатываемого пласта, $м$.

Между величиной Δq и природной газоносностью угля X существует зависимость

$$\Delta q = aX - b, \tag{9}$$

где a и b — коэффициенты, характеризующие физические свойства угля (нарушенность в зоне дренирования).

В зависимости от типа нарушенности для угольных пластов Воркутского месторождения, по классификации И. И. Амосова:

a	b	
0,241	0,59	— ненарушенные угли
0,287	0,75	— нарушенные угли
0,345	0,82	— сильно нарушенные угли
0,423	0,89	— раздробленные угли

При специальных мероприятиях по управлению газовыделением метановыделение может быть уменьшено. Так, по данным работы дегазационных установок на шахтах № 5 и 40, при дренаже спутников пластов Тройного и Четвертого значение C можно уменьшить на 60—80%. При дегазации угольного массива сетью подготовительных выработок, по данным ПечНИУИ, можно достичь снижения газоносности пласта (а следовательно, $G_{заб}$) до 40—50%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Печук И. М. Определение расчетного газовыделения в шахте. Сб. трудов МакНИИ, 1953, т. 7.

2. Божко В. Л., Рыбалко А. А. Проветривание комплексно-механизированных шахт Донбасса. Бюлл. МакНИИ, 1958, № 9.

3. Бурчаков А. С., Ушаков К. З. Газовыделение в очистных забоях при разработке пласта «Верхняя Марианна». «Уголь», 1958, № 11.

4. Мясников А. А. Метанообильность горных выработок в зависимости от интенсивности и порядка отработки выемочных участков. Изд-во АН СССР, 1959.

5. Цырульников В. С., Рыженко И. А. Определение предельной длины очистных забоев по фактору газовыделения. «Уголь Украины», 1957, № 9.

6. Winter K. Glückauf, 1951, N 21/22.