

Литература:

- 1.Бабанский Г.А.,Кольчик Е.И. Исследование углекислотообильности шахт Подмосковного бассейна", -"Борьба с газом, пылью и выбросами в угольных шахтах",-Донбасс: 1973, с.10-14
- 2.Быков Л.Н., Захаров Е.И., Климанов А.Д. "Исследование течения газа в угольных пластах",- Известия вузов. Горный журнал. - 1969, N4.

Предупреждение загазирования горных выработок

Е.И.Кольчик, В.Н.Нестеренко, А.К.Носач (КФ ДонГТУ)

В настоящее время на буроугольных шахтах имеют место случаи, когда в атмосфере горных выработок содержание углекислого газа и кислорода не отвечает требованиям Правил безопасности. Основным фактором при расчете количества воздуха, необходимого для проветривания выработок, является выделение углекислого газа.

Выработанное пространство - один из основных источников выделения углерода /1/. Причем, при стабильном барометрическом давлении выделение углекислоты незначительно. Существенное влияние на неравномерность выделения углекислого газа оказывает колебание барометрического давления /2,3,4/ и объем выработанного пространства /4/. В результате падения атмосферного давления происходит увеличение объема газовой смеси, находящейся в выработанном пространстве, и она поступает в действующие горные выработки. Резкие падения давления могут вызвать увеличение дебита углекислого газа в несколько раз. В этом случае может произойти загазирование горных выработок.

Поэтому, для составления проектов вентиляции реконструируемых или вновь проектируемых шахт, а также для разработки мероприятий по улучшению состояния проветривания, снижению опасности загазирования горных выработок необходимо знать газовый баланс по источникам выделения углекислого газа и факторы, обуславливающие газовыделение в горные выработки и загазирование последних. Установлено, что при стабильном барометрическом давлении в шахте выделяется от 1,0 до 4,5м³ /мин углекислого газа /3/. При этом основное влияние на газообильность оказывает протяженность выработок, которая в значительной степени характеризует площадь угольных обнажений в условиях шахт Подмосковного бассейна. В первом приближении углекислотообильности шахты можно определить, пользуясь следующим эмпирическим уравнением

$$I_{\text{ш}} = 0,15 L^{0,9}, \quad (1)$$

где: $I_{\text{ш}}$ - количество углекислого газа, выделяющееся в шахте при стабильном барометрическом давлении, м³/мин;

L - протяженность горных выработок, км.

Корреляционное отношение между углекислотообильностью шахты и протяженностью выработок равно 0,82, что говорит о довольно тесной связи между исследуемыми величинами.

Влияние выработанных пространств на газообильность шахты при стабильном барометрическом давлении незначительно и связь углекислото-

обильности $I_{ш}$ с площадью выработанных пространств оценивается коэффициентом корреляции, равным 0,2.

По результатам газовых съемок составлен газовый баланс (см. табл.1), из которого следует, что при стабильном барометрическом давлении выделение углекислого газа в среднем составляет: в выработках с поступающей до выемочных участков струей воздуха - 24%; на выемочных участках - 18%; в тупиковых подготовительных выработках - 7%; в выработках с исходящей струей воздуха за пределами выемочных участков - 51% от общего газовойделения по шахте.

Из газового баланса шахт видно, что при стабильном барометрическом давлении наибольшее количество двуокиси углерода выделяется за пределами выемочных участков и в среднем составляет 75% от общего дебита газа в шахте. Причем, в выработки с исходящей струей воздуха поступает в 1,2-4,0 раза больше, чем в выработки со свежей воздушной струей. Это объясняется тем, что угольные пласты бассейна отличаются значительной проницаемостью и вследствие разности давлений, возникающей между выработками с поступающей и исходящей струями воздуха за счет общешахтной депрессии, через целики угля происходит фильтрация воздуха /5/.

Таблица №1
Содержание углекислого газа в выработках шахт

№ п/п	Шахта	Количество выделившегося CO_2 , м ³ / мин. % от общешахтного				
		за пределами выемочных участков		на выемочных участках	в подготовительных выработках	по шахте
		на свежей воздушной струе	на исходящей воздушной струе			
1	2	3	4	5	6	7
1	"Киреевская №3"	0.5/16	2/65	0.4/13	0.2/6	3.1/100
2	"Киреевская №5"	0.5/24	0.7/35	0.8/38	0.1/6	2.1/100
3	"Подлесная"	0.5/14	2.0/54	0.9/24	0.3/8	3.7/100
4	"Лесная"	1.2/27	2.2/50	0.7/16	0.3/7	4.4/100
5	"Щекинская" №21	0.0/2/17	0.8/66	0.2/17	-	1.2/100
6	"Бородинская"	0.8/28	1.3/47	0.5/18	0.2/7	2.8/100
7	"Липовская" №14	0.3/23	0.7/54	0.2/15	0.1/8	1.3/100
8	"Мостовская" №13	1.2/27	2.4/53	0.6/3	0.3/7	4.5/100
9	"Бруснянская"	0.9/25	1.6/44	0.7/2	0.4/11	3.6/100
10	"Красноармейская"	0.9/21	2.7/63	0.3/7	0.4/9	4.3/100
11	"Кимовская" №4	0.2/20	0.5/50	0.2/20	0.1/10	1.0/100
12	"Новомосковская"	1.5/33	2.3/51	0.4/9	0.3/7	4.5/100

1	2	3	4	5	6	7
13	"Прогресс"	0.4/33	0.5/42	0.3/25	-	1.2/100
14	"Партизан"	0.6/30	0.9/45	0.3/15	0.2/10	2.0/100
	Среднее значение	0.7/24	1.5/51	0.4/18	0.2/7	2.8/100

В результате получается непрерывный процесс поглощения кислорода и образования двуокси углерода, которая выносится утечками воздуха. Поступление углекислого газа с утечками и обуславливает более значительную углекислотообильность выработок с исходящей струей воздуха по отношению к выработкам с поступающей струей.

При обработке результатов газозвудушных съемок было установлено, что газообильность горных выработок, расположенных за пределами выемочных участков, зависит от площади угольных обнажений. Зависимость между выделением углекислого газа в выработки, расположенные за пределами выемочных участков, и площадью угольных обнажений в этих выработках описывается эмпирическим уравнением вида

$$I_{г.у} = a \cdot S, \quad (2)$$

где: $I_{г.у}$ - газообильность выработок, расположенных за пределами выемочных участков, м³/мин;

a - коэффициент, равный 0,045 и 0,076, соответственно для выработок со свежей и исходящей струями воздуха;

S - площадь обнажения угольного пласта горными выработками, тыс.м²

Теснота связи между углекислотообильностью и площадью угольных обнажений оценивается коэффициентом корреляции, равным 0,91 и 0,89, соответственно для выработок со свежей и исходящей струями воздуха. Среднее квадратичное отклонение фактических данных от полученных из уравнений регрессии не превышает 22%. Следовательно уравнением (2) можно пользоваться при определении ожидаемого выделения углекислого газа в выработки за пределами выемочных участков.

Углекислотовыделение на выемочных участках шахт Подмосковского бассейна в среднем составляет 18% от общего газовыделения по шахте. Газообильность одного выемочного участка незначительна и изменяется в пределах 0,08-0,35 м³/мин.

Известно, что выделение двуокси углерода в пределах выемочного участка можно выразить суммой газовыделений в выработки по пути движения вентиляционной струи.

$$I_{уг} = I_{в.ш} + I_{л} + I_{отш}, \quad (3)$$

где: $I_{уг}$, $I_{в.ш}$, $I_{л}$, $I_{отш}$ - количество углекислого газа, выделяющегося соответственно на выемочном участке в вентиляционный штрек, лаву и откаточный штрек, м³/мин.

Для установления удельного веса, выделяющегося углекислого газа в участковые выработки при стабильном барометрическом давлении были проведены на 33 выемочных участках 16 шахт бассейна продольные газозвудушные съемки. В результате анализа полученных данных было установлено, что удельный вес выделившейся углекислоты в вентиляционный штрек, лаву и откаточный штрек от общего газовыделения на участке в среднем соответственно составляет:

а) при подготовке выемочного столба с проведением штреков в массиве угля - 9,75,16%%;

б) при подготовке столба с проведением вентиляционного штрека "вприсечку" к выработанному пространству, а откаточного в массиве угля - 18,68,14%%;

в) при подготовке выемочного столба с проведением откаточного и вентиляционного штрека "вприсечку" к выработанному пространству, а вентиляционного в массиве угля - 11,57,32%%;

г) при подготовке выемочного столба с проведением откаточного и вентиляционного штреков "вприсечку" к выработанному пространству - 19,44,37%%.

Как видно из баланса газовыделения на выемочном участке, наибольшее количество углекислого газа поступает в призабойное пространство лавы. Это объясняется тем, что свежобнаженный угольный пласт в очистном забое окисляется более интенсивно, чем "старые" обнажения в выемочных штреках.

Выделение углекислого газа в лаву происходит из пласта, выработанного пространства и транспортируемого по лаве угля. Процент выделения углекислоты из транспортируемого угля от общего газовыделения в лаве незначительный (длина лавы, как правило, не превышает 100 м) и им можно пренебречь.

В результате анализа 25 поперечных газовоздушных съемок, проведенных в 10 очистных забоях было установлено, что при стабильном барометрическом давлении из разрабатываемого пласта в призабойное пространство лавы выделяется 0,01-0,08 м³/мин углекислого газа в среднем - 0,044 или 76% от общего газовыделения в лаву, а из выработанного пространства - 0,006-0,040 м³/мин в среднем 0,01 или 24% от общего газовыделения в лаву. Причем, количество двуокиси углерода, выделяющейся из разрабатываемого пласта, зависит от площади обнажения угольного пласта во время его обнажения. Эта зависимость описывается уравнением

$$I_{n,l} = \frac{1 \cdot 10^{-4} \cdot S_{n,l}}{0,12t^{-0,01}}, \quad (4)$$

где $I_{n,l}$ - количество углекислого газа, выделившегося из разрабатываемого пласта, м³/мин;

$S_{n,l}$ - площадь обнажения пласта, м²;

t - время обнажения пласта, час.

При определении газообильности лавы, количество углекислого газа, выделяющегося из выработанного пространства при стабильном давлении, может быть принято равным 0,01 м³/мин, а общее углекислотовыделение в лаве - сумме газовыделений из разрабатываемого пласта и выработанного пространства

$$I_{,l} = \frac{1 \cdot 10^{-4} \cdot S_{n,l}}{0,12t^{-0,01}} + 0,01, \quad (5)$$

В выемочные штреки углекислый газ поступает в основном из разрабатываемого пласта и выработанного пространства, а также из транспортируемого угля.

Зависимость изменения выделения углекислого газа из транспортируемого угля от количества последнего описывается уравнением

$$I_{гр.у.} = 15 \cdot 10^{-4} \cdot A \quad (6)$$

где: $I_{гр.у.}$ - количество выделившегося CO_2 при транспортировке угля, $m^3/мин$;
 A - количество находящегося на конвейере угля, т.

Анализ результатов продольных газовоздушных съёмок позволил установить, что в вентиляционный и откаточный штреки без учета выделившегося CO_2 из транспортируемого угля поступает равное количество углекислого газа, величина которого зависит от варианта подготовки выемочного столба и площади угольных обнажений. Зависимость изменения количества углекислоты, выделяющейся в штреки, от площади обнажения угольного пласта описывается уравнением

$$I_{штр} = a_1 \cdot S_{штр}, \quad (7)$$

где: $I_{штр}$ - количество выделяющегося углекислого газа в штреках; $m^3/мин$;
 a_1 - коэффициент, значение которого для различных вариантов расположения штреков равно: $0,4 \cdot 10^{-4}$ (штреки пройдены в массиве угля; $0,8 \cdot 10^{-4}$ - штреки пройдены "вприсечку" к выработанному пространству)

$S_{штр}$ - площадь угольных обнажений в штреке, тыс. m^2 .

Общее газовыделение в пределах выемочного участка при стабильном барометрическом давлении получим подставив в (3) выражения (5), (6) и (7)

$$I_{уг} = a \cdot S_{в.штр.} + \frac{1 \cdot 10^{-4} \cdot (S_{п.л.} + 12t - 1)}{0,12t^{-0,01}} + 15 \cdot 10^{-4} A + a_1 S_{о.штр.} \quad (8)$$

где: $S_{в.штр.}, S_{о.штр.}$ - площадь угольных обнажений в вентиляционном и откаточном штреках соответственно, тыс. m^2 .

Для обеспечения в рудничной атмосфере допустимых концентраций углекислого газа при определении количества воздуха, необходимого для проветривания выемочного участка, необходимо знать неравномерность газовыделения. Основными факторами, влияющими на неравномерность углекислотовыделения, являются технологические процессы выемки угля и колебания атмосферного давления. Коэффициент неравномерности газовыделения, связанного с технологическими процессами, может быть принят 1,4-1,8 при машинной выемке угля и 1,8-2,3 при применении буровзрывных работ /4/.

Абсолютное газовыделение в подготовительную выработку может быть определено по формуле /9/

$$I_n = \frac{c \cdot d \cdot v (t_r^{1-b} - t_1^{1-b})}{1-b}, \quad (9)$$

где: I_n - абсолютное углекислотовыделение в подготовительную выработку, $m^3/мин$;

c - величина обнажения пласта поперечным сечением выработки (в случае, когда штрек проходится без оставления пачки угля в кровле или почве $c = 2m$).

где: m - мощность пласта, м);

V - скорость проведения выработки, м/сутки;

t_2, t_1 - время с моментов начала проведения выработки и остановки забоя соответственно (в случае, когда подготовительная выработка проводится $t = 0$) сутки;

b - коэффициент, равный 0,68 и 0,82 для выработок, проводимых в массиве угля и "вприсечку" к выработанному пространству соответственно.

d - коэффициент, равный $2,76 \cdot 10^{-6}$ и $5,8 \cdot 10^{-6}$ для выработок, проводимых в массиве угля и "вприсечку" к выработанному пространству.

Известно, что колебание барометрического давления вызывает изменение объема газовой смеси, находящейся в выработанном пространстве, порах разрабатываемого пласта, шахтной воде, и т.д.

При падении атмосферного давления газовоздушная смесь увеличивает свой объем. В результате этого из выработанного пространства и угольного пласта поступает избыточный объем газовой смеси, способствуя повышению содержания углекислого газа и снижению содержания кислорода в рудничной атмосфере.

В некоторых случаях содержание кислорода и углекислого газа в горных выработках при падении барометрического давления не соответствует нормам, допустимым Правилами безопасности. Поэтому при определении количества воздуха, потребного для проветривания горных выработок, необходимо учитывать влияние падения барометрического давления на газовыделение. Причем, интенсивность углекислотовыделения обуславливается не столько величиной атмосферного давления, сколько градиентом его изменения [3].

В результате обработки данных была установлена зависимость изменения дебита газа от градиента падения барометрического давления и объема выработанных пространств, прилегающих к горным выработкам [6]. Ожидаемое выделение углекислого газа в горные выработки и в шахту в целом с учетом влияния падения атмосферного давления может быть определено по формуле

$$I_{\Delta P} = 1,2 \cdot 10^{-6} V_{п.в.} \cdot \Delta P + I, \quad (10)$$

где: $I_{\Delta P}$ - ожидаемое выделение углекислого газа, м³/мин;

$V_{п.в.}$ - объем выработанного пространства, равный произведению площади выработанного пространства на среднюю вынимаемую мощность, м³;

ΔP - градиент падения барометрического давления, мм рт.ст./час;

I - ожидаемое выделение углекислого газа при стабильном барометрическом давлении, м³/мин.

При определении углекислотообильности отдельных горных выработок к расчету принимается объем выработанных пространств, непосредственно прилегающих к данной выработке, а для выемочных участков, при подготовке которых оба штрека проведены "вприсечку" к выработанному пространству, к расчету принимается объем выработанного пространства в пределах выемочного участка, увеличенный в два раза.

Существенное влияние оказывает падение барометрического давления и в подготовительных выработках, пройденных в массиве угля.

Ожидаемое углекислотовыделение в подготовительные выработки, проводимые в массиве угля, с учетом падения барометрического давления можно определить по формуле:

$$I_{\Delta P}^n = I + 0,15\Delta P \quad (11)$$

где: $I_{\Delta P}^n$ - ожидаемое углекислотовыделение в подготовительную выработку, проходимую "вприсечку" к выработанному пространству, м³/мин.

Значения градиентов изменения барометрического давления в шахтах бассейна были определены по результатам изменений давления непосредственно на исследуемых объектах, а также по замерам, выполненным Узловской метеостанцией за период с 1966 по 1971гг. Анализ распределения среднего числа случаев изменения атмосферного давления в год с различными градиентами показал, что число случаев падения барометрического давления с градиентами, превышающими 1,0 мм рт.ст/час, составляет 2,2% от общего числа случаев изменения давления и 5,4% от общего числа случаев падения давления.

Максимальное значение градиентов падения давления в отдельных случаях достигает 5-7 мм рт. ст./час. Основное число случаев падения барометрического давления с градиентом $\Delta p \geq 1,0$ мм рт.ст/час наблюдается в весенние и осенние месяцы и за исследуемый период составляет в среднем около 72% от общего числа таких случаев в год (табл.2).

По результатам статистической совокупности распределения градиентов падения атмосферного давления за период с 1966 по 1971 гг. с надежностью 0,99 были подсчитаны статистические интегральные вероятности появления градиентов падения давления, превышающих 1,0;1,5;2,0 мм рт.ст/час по их частоте. Эти вероятности соответственно равны 0,024; 0,017; 0,013.

Таблица №2

Изменение количества случаев падения барометрического давления по месяцам года

Месяцы	Количество случаев падения барометрического давления	Процент от общего годового количества случаев падения барометрического давления	Количество случаев падения давления с $P \geq 1,0$ мм рт.ст.час	Процент от общего количества случаев падения давления с $P \geq 1,0$ мм рт.ст.час
Январь	100	8,5	4	6,2
Февраль	95	8,0	6	9,4
Март	109	9,2	9	14,1
Апрель	108	9,2	7	10,9
Май	104	8,8	5	7,8
Июнь	96	7,2	2	3,1
Июль	85	8,4	1	1,6
Август	98	8,3	2	3,1
Сентябрь	100	8,5	7	10,9
Октябрь	100	8,5	10	15,7
Ноябрь	85	7,2	8	12,5
Декабрь	97	8,2	3	4,7
Итого за год	1177	100	64	100

Достоверность вышеуказанных вероятностей оценивалось критерием согласия А.Н.Колмогорова. Согласно этому критерию указанное значение

разности с надежностью 0,99 не превышает 0,013 и рассчитанные величины вероятностей вполне приемлемы для практического использования.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что концентрация углекислого газа в рудничной атмосфере не превысит допустимых норм при расчете количества воздуха по ожидаемому выделению углекислого газа с градиентами $p = 1,0$ мм рт. ст./час. Надежность при этом будет равна 0,976. Увеличение вводимого в расчет значения повышает надежность незначительно, а ожидаемая углекислотообильность резко возрастает. Так при увеличении p с 1,0 до 2,0 мм рт.ст/час надежность повышается всего на 0,011 (с 0,976 до 0,987), а ожидаемая газообильность возрастает почти в 2 раза, что в свою очередь значительно увеличивает затраты на проветривание шахт.

Ввиду этого целесообразно вводить в расчет ожидаемой углекислотообильности значение $\Delta p = 1,0$ мм рт.ст/час.

Выделение углекислого газа в бурогольных шахтах в основном связано с окислительными процессами. Поэтому при движении воздушной струи по выработкам шахт в ней происходит снижение концентрации кислорода. Значительное снижение O_2 в рудничной атмосфере нередко является причиной несчастных случаев. По данным ВГСЧ Подмосковского бассейна анализами планового отбора проб (за исключением аварийных и взятых за перемычками) ежегодно обнаруживается снижение концентрации кислорода ниже допустимой нормы более чем в 2000 пробах. При загазировании горных выработок шахт бассейна только в 1970 -71 гг. снижение концентрации кислорода было обнаружено в 6551 случаях /8/.

В связи с изложенным при расчете количества воздуха для проветривания угольных шахт Подмосковского бассейна необходимо производить проверку по фактору снижения концентрации кислорода.

В табл.3 приведен газовый (по кислороду) баланс, из которого видно, что при стабильном барометрическом давлении основное количество кислорода поглощается в выработках с исходящей струей воздуха за пределами выемочных участков (52% от общешахтного).

В выработках с поступающей струей воздуха до выемочных участков поглощается 21%, что почти в 2,5 раза меньше, чем в выработках с исходящей струей.

Это объясняется тем, что через целики угля, имеющие значительную проницаемость /9/, проникает со свежей на исходящую струю воздух. При этом в утечках воздуха, проходящих через целик, происходит снижение концентрации кислорода.

Таблица 3

Количество поглощенного кислотоного в шахтах
Подмосковского бассейна

Показатель	Количество поглощенного кислорода, м ³ /мин				
	На поступающей струе воздуха до выемочных участков	На выемочных участках	На исходящей струе воздуха за пределами выемочных участков	В подготовительных выработках	В шахт
Минимальный	0,4	0,4	1,5	0,2	3,0

Максимальный	2,3	1,4	4,2	0,9	8,0
Средний	1,2	0,9	2,9	0,5	5,5
% от обще-шахтного	21	19	52	8	100

Зависимость изменения количества поглощенного кислорода в выработках с поступающей и исходящей воздушными струями, расположенными за пределами выемочных участков, описывается уравнением:

$$Q_{з.у.} = k \cdot S_{з.у.} \quad (13)$$

где: $Q_{з.у.}$ - количество поглощенного кислорода в выработках, расположенных за пределами выемочных участков, м³/мин;

k - коэффициент, равный для выработок со свежей воздушной струей 0,07, а с исходящей 0,16;

$S_{з.у.}$ - площадь угольных обнажений в выработках, расположенных за пределами выемочных участков, тыс.м².

Количество кислорода, поглощаемого на выемочном участке при стабильном барометрическом давлении, определяется по формуле

$$Q_{у.ч} = 0,02 \cdot S_{у.ч} \quad (14)$$

где: $S_{у.ч}$ - площадь угольных обнажений на выемочном участке тыс.м².

В подготовительных выработках поглощается наименьшее количество кислорода (8% от общешахтного). Для подготовительной выработки протяженностью до 1000м среднее количество кислорода при стабильном барометрическом давлении равно $Q_{п.} = 0,08 \text{--} 0,03$ м³/мин. При практических расчетах ожидаемое поглощение в подготовительной выработке кислорода с надежностью 0,997 может быть принято 0,17 м³/мин.

Общее количество поглощенного кислорода в шахте определяется по формуле:

$$Q_{ш} = 0,66 \cdot S_{ш}^{0,43} \quad (15)$$

где: $Q_{ш}$ - количество поглощенного кислорода в шахте м³/мин;

$S_{ш}$ - площадь угольных обнажений, тыс м².

При стабильном барометрическом давлении из выработанного пространства лавы в призабойное пространство поступает 24% углекислоты от общего газовыделения в очистном забое. При градиенте падения атмосферного давления равном 0,5 мм рт.ст/час углекислотовыделение из выработанного пространства составляет уже 82%. Это объясняется тем, что выработанное пространство более проницаемое, чем пласт, и в нем содержится большое количество углекислого газа. Причем, наибольшее процентное содержание двуокиси углерода наблюдается в местах сопряжения откаточного штрека с лавой, т.е. в местах выноса углекислоты утечками. Постоянная подача боль-

шого количества воздуха в шахту с экономической и пожароопасной точек зрения не целесообразно, т.к. резкие падения атмосферного давления могут быть всего несколько раз в году. Поэтому изучению влияния выработанного пространства на углекислотовыделение и разработке способов борьбы с газовой выделением при фактических режимах проветривания необходимо уделять особое внимание.

С целью снижения газовой выделений из выработанного пространства при резком падении барометрического давления авторами предлагается производить изолированный отвод углекислого газа по трубам на поверхность или в общую вентиляционную струю.

Газоотводящий став устанавливается на откаточном штреке, (на всю его длину) до начала работы лавы. По мере подвигания очистного забоя став сокращается.

При двух и трехстороннем примыкании выемочного участка к выработанному пространству такой способ изолированного отвода углекислого газа малоэффективен потому, что отсос газа производится лишь из выработанного пространства действующей лавы. При резком падении барометрического давления выработки выемочного участка могут быть загазированы углекислым газом, выделяющимся из выработанных пространств ранее отработанных лав. Более эффективным, с точки зрения борьбы с углекислотовыделением, является способ отвода газа по трубам, не извлекаемым из выработанного пространства.

Трубы, укладываемые на откаточном штреке через каждые 5-10 м по длине става, имеют отверстия. Все отверстия в начальный момент закрыты. По мере подвигания очистного забоя производится открытие отверстий. Открывается лишь то отверстие, которое находится на расстоянии не больше шага посадки крепи от выработанного пространства. Оставшиеся в выработанном пространстве трубы могут использоваться для изолированного отвода газа при отработке соседнего выемочного столба. Изолированный отвод углекислого газа можно производить вентиляторами ВВД - 9, ВВД - 11, ВЦО - 0,6, ВЦО - 1,0 и др., а также пневматическими эжекторами ЭДД-5, ЭДД-5м или за счет депрессии главных вентиляторов.

Изучение распределения давлений и утечек воздуха в выработанном пространстве производится методом ЭГДА (электродинамических аналогов). Применение данного способа моделирования возможно, поскольку в непроветриваемой части выработанного пространства наблюдается ламинарный режим движения газовой смеси.

Известно, что распределение утечек воздуха значительно изменяется от схемы расположения выемочного участка. Так, при трехстороннем примыкании выемочного участка к выработанному пространству количество утечек наибольшее. Этим можно объяснить и повышенное углекислотовыделение по сравнению со случаями одно и двухстороннего примыкания к выработанному пространству.

Существенное влияние на распространение давления и утечек воздуха в выработанном пространстве оказывает изолированный отвод газа по трубам. Это объясняется тем, что при отсосе газа в районе отверстий создается зона с пониженным давлением. В результате этого происходит перераспределение давления и газовой смеси, находившаяся в выработанном пространстве, поступает в трубы, что значительно снижает газообильность выемочного участка.

Способ изолированного отвода углекислого газа при падении барометрического давления также приемлем и для ранее отработанных выемочных участков. При этом газ можно отводить по скважинам, пробуренным с поверхности в выработанное пространство /7/.

Данный способ заключается в том, что при падении барометрического давления из выработанного пространства производится отсос газовой смеси, а при повышении давления - нагнетание в выработанное пространство ранее отсосанной смеси или инертных газов.

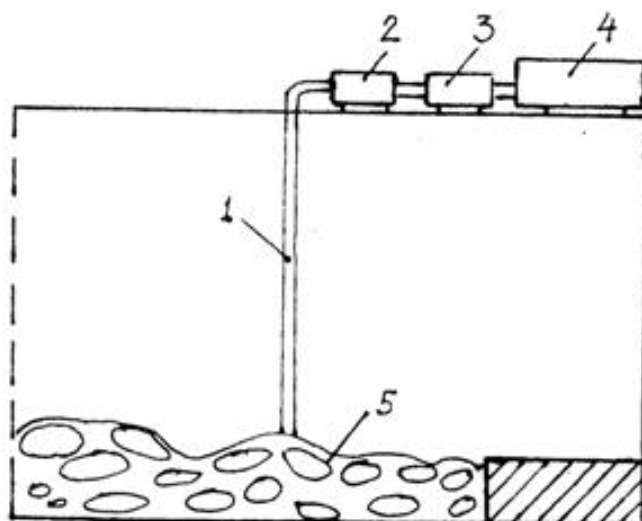
Отсос газовой смеси производится по скважине 1 вакуум-насосом 2, который соединен с компрессором 3. Компрессор 3 соединен с емкостью 4, служащей для сбора газовой смеси.

При повышении барометрического давления в выработанное пространство 5 нагнетается ранее отсосанная газоваздушная смесь из емкости 4. Вместо отсосанной газовой смеси для нагнетания в выработанное пространство может использоваться инертный газ (например азот). В этом случае отсасываемый газ можно аккумулировать в емкость 4.

При повышении барометрического давления газоваздушная смесь в выработанном пространстве уменьшается в объеме и в него поступает воздух с содержанием кислорода близким к 20%. Это может привести к самовозгоранию угля, особенно при частых колебаниях барометрического давления.

Поэтому при повышении барометрического давления в выработанное пространство необходимо производить нагнетание инертных газов или ранее отсосанной газовой смеси с понижением содержания кислорода.

Отсос газа начинают производить при скорости падения барометрического давления равной или превышающей 0,25 мм рт.ст/час, а нагнетание - при скорости повышения давления равной или превышающей 0,1 мм рт.ст/час.



Выводы и рекомендации

Выделение углекислого газа, связанное с окислительными процессами и падением барометрического давления, обуславливает необходимость усиления мер предотвращения загазования горных выработок.

Одним из известных и наиболее эффективных способов предотвращения загазования выработок и увеличения содержания кислорода в рудничной атмосфере является применение интенсивного проветривания с помощью вентилятора главного проветривания большой производительности. Однако увеличение количества подаваемого в шахту воздуха может привести к самовозгоранию угля.

В связи с этим для борьбы с загазованием горных выработок на шахтах Подмосковского бассейна целесообразно применение мероприятий, позволяющих снижать газовыделение без дополнительного увеличения расхода воздуха.

Использование приведенной методики определения углекислотообильности горных выработок и способов предотвращения загазования при падении барометрического давления позволяет значительно повысить безопасность работ, улучшить комфортные условия и устранить самовозгорания угля в выработанном пространстве.

Литература

1. Скочинский А.А. Вентиляционный режим шахт Подмосковского бассейна. Труды научно-технической конференции. М., Углетехиздат, 1947г.
2. Быков Л.Н. К вопросу о подсчете количества воздуха и борьбе с газовыделением шахт Подмосковского бассейна. ЦБТИ, Тула, 1962.
3. Сулла М.Б. Влияние колебаний барометрического давления на газовыделение в шахтах Подмосковского бассейна. Сб.: Технология и экономика угледобычи. М., 1962, N11.
4. Бабанский Г.А. Кольчик Е.И. Исследование углекислотообильности шахт Подмосковского бассейна. - Сб.: Борьба с газом, пылью и внезапными выбросами в угольных шахтах, Макеевка-Донбасс, 1973, вып. 9.
5. Быков Л.Н., Захаров Е.И., Климанов А.Д. Исследование течения газа в угольных шахтах.: Известие ВУЗов, Горный журнал, 1969 N4.
6. Бабанский Г.А. Влияние колебаний барометрического давления на выделение углекислого газа в шахтах Подмосковского бассейна. Сб.: Борьба с газом, пылью и внезапными выбросами в угольных шахтах, Макеевка-Донбасс, 1974, вып. 10.
7. 771542 (СССР) Способы дегазации выработанного пространства /Кольчик Е.И., Ильенко С.М., Бабанский Г.А., Попов Л.Ф, Касьян Н.Н. - Оpubл. Б.И., 1988 N10.
8. Кольчик Е.И., Бабанский Г.А. Об изменении количества кислорода в горных выработках шахт Подмосковского бассейна.-В сб.:Разработка месторождений полезных ископаемых.- Киев: Техника, 1977, вып. 46.
9. Кольчик Е.И., Нестеренко В.Н. Выделение углекислого газа в подготовительных выработках.