

УДК 622.012.2+622.324.5+622.794.7+622.413.536.244

Стукало В.А., к.т.н. (ДонНТУ)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОЦЕНКИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ПО ОПАСНОСТИ ВЫДЕЛЕНИЙ МЕТАНА, УЧАСТИЮ ВО ВЗРЫВАХ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ И ТЕПЛОВЫМ УСЛОВИЯМ

Существующий метод оценки степени опасности шахт по выделению метана недостаточно полно характеризует шахты по этому фактору. Возможность взрыва метановоздушной смеси при наличии источника высокой температуры зависит не только от интенсивности метановыделения, а и от расхода воздуха в выработке, т.е. от складывающейся концентрации метана. Взрывы метана могут происходить на газовых шахтах любой категории. Не учитывается газовая обстановка в проходимых тупиковых выработках при определении относительной метанообильности шахт, хотя в них нередко происходят взрывы метана. Необосновано сведены в одну категорию шахты с метанообильностью $15 \text{ м}^3/\text{т}$ и более и шахты, опасные по суфлярным выделениям.

О более высокой опасности шахт по метану с суфлярными выделениями и прорывами метана из почвы пласта по сравнению со сверхкатегорными свидетельствуют более высокие требования Правил безопасности к газовому режиму таких шахт.

Предлагается шахты с обыкновенным выделением метана подразделить на четыре категории, но на основе более объективного и интегрального параметра, оценивающего степень опасности шахт по метану. Таковым, по нашему мнению, является отношение среднегодовой концентрации метана C (%) к максимально допустимой Правилами безопасности C_{max} (%). Этот интегральный показатель, определяемый для выемочных участков, тупиковых выработок, шахтопластов и шахты в целом, учитывает не только величину абсолютной метанообильности объектов проветривания, но и обеспеченность их расходом свежего воздуха, достаточным для разбавления метана. Чем

ближе отношение C/C_{\max} к единице, тем более опасна шахта по выделению метана. К пятой категории следует отнести шахты с суфлярными выделениями метана и прорывами метана из почвы горных выработок, а к шестой - шахты, опасные по внезапным выбросам угля и метана.

Категорию шахт по метану предлагаем определять в зависимости от наибольшего значения соотношения C/C_{\max} и учетом специфических видов метановыделений (суфлярные выделения, прорывы метана из почвы горных выработок, внезапные выбросы угля и метана, выбросы породы) в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 - Распределение категорий шахт по метану

Категория шахт по метану	Наибольшее в пределах шахты значение C/C_{\max} , вид метановыделения
I	До 0,25
II	От 0,25 до 0,50
III	От 0,50 до 0,75
Сверхкатегорные	От 0,75 до 1,0
Опасные по суфлярным выделениям и внезапным прорывам метана	Шахты с суфлярными выделениями метана, внезапными прорывами метана из почвы выработок
Опасные по внезапным выбросам метана	Шахты, разрабатывающие пласты, опасные по внезапным выбросам угля и газа; шахты с выбросами породы

Величину среднегодовой концентрации метана в исходящих струях объектов проветривания можно рассчитать по формуле:

$$C = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{J_i}{Q_i} + C_o \quad (1)$$

где n — число месяцев работы объекта в году; J_i — средняя абсолютная метанообильность объекта в i -м месяце истекшего года, $\text{м}^3/\text{мин}$; Q_i - средний

расход воздуха в исходящей струе объекта в i – м месяце истекшего года, $\text{м}^3/\text{мин}$; C_0 – среднегодовая концентрация метана в поступающей на объект свежей струе воздуха, %.

Среднюю в течение i -го месяца года абсолютную метанообильность объектов проветривания определяют в соответствии с рекомендациями Правил безопасности, а для проходимых тупиковых выработок по формуле

$$J_{\text{пв}i} = 0,01 \frac{\sum^{n_{\text{в}}} Q_{\text{п}i} (C_{\text{п}i} - C_{\text{т}i})}{n_{\text{в}}} + J_{\text{д.пл.}i} \quad (2)$$

где $n_{\text{в}}$ - число замеров расхода воздуха на исходящей струе из проходимой тупиковой выработки в i – м месяце истекшего года; $Q_{\text{п}i}$ - расходов воздуха в исходящей струе проходимой тупиковой выработки при замере в i —м месяце истекшего года, $\text{м}^3 / \text{мин}$; $C_{\text{п}i}, C_{\text{т}i}$ – среднемесячная концентрация метана соответственно в исходящей и поступающей струях проходимой тупиковой выработки в i - м месяце истекшего года, %; $J_{\text{д.пл.}i}$ - средний расход метана, капируемого дегазационной установкой из разрабатываемого пласта в i - м месяце истекшего года, $\text{м}^3/\text{мин}$; определяется по рекомендациям Правил безопасности.

Использование более совершенного метода оценки опасности шахт по выделению метана позволит устранить вышеуказанные недостатки применяемого в настоящее время метода и более объективно определить опасность шахты по выделению метана.

В настоящее время нет метода оценки угольных шахт по опасности взрыва угольной пыли, что затрудняет выделение наиболее опасных шахт и своевременное принятие мер по снижению опасности взрывов угольной пыли на этих шахтах.

Известно, что взрыв взвешенной в воздухе угольной пыли возможен при увеличении уровня запыленности воздуха до нижнего предела взрываемости этой пыли. Отложившаяся на стенках угольная пыль также может принять участие при взрывах метана, если ее количество достигло нижнего предела

взрываемости отложившейся пыли.

По нашему мнению степень опасности шахты по возможности взрыва взвешенной в воздухе угольной пыли можно оценить показателем $\Pi_{взв}$, равным отношению среднегодовой запыленности воздуха в очистных и подготовительных забоях, на выемочных участках $C_{п}$ ($г/м^3$) к нижнему пределу взрываемости угольной пыли на данном пласте $\delta_{взв}$ ($г/м^3$). Чем больше это отношение, тем выше степень опасности данной шахты по возможности взрыва взвешенной в воздухе угольной пыли.

Величина среднегодовой запыленности воздуха $C_{п}$ может быть определена по формуле

$$C_{п} = \sum C_{ni} / n_{п}, \quad (3)$$

где $C_{п} = \sum C_{ni}$ – сумма измеренных в течение года значений запыленности воздуха на объекте шахты, $г/м^3$;

$n_{п}$ - количество принятых к учету измеренных значений запыленности воздуха на данном объекте за год.

Для всех полученных в пределах шахты значений среднегодовой запыленности воздуха рассчитывают показатель $\Pi_{в.зв} = C_{п} / \delta_{взв}$. Наибольшее из полученных по шахте значений показателя $\Pi_{в.зв}$ используется для отнесения данной шахты к соответствующей группе по опасности взрыва взвешенной угольной пыли в соответствии с предлагаемой таблицей 2.

Таблица 2- Группы шахт по степени опасности взрыва взвешенной угольной пыли

Группа шахты по опасности взрыва взвешенной угольной пыли	Величина показателя $\Pi_{в.зв} = C_{п} / \delta_{взв}$.
1	До 0,25
2	От 0,25 до 0,50
3	От 0,50 до 0,75
4	От 0,75 до 1,0
5	1,0 и более

С увеличением показателя $\Pi_{в.зв}$ возрастает степень опасности данной шахты по возможности взрыва взвешенной угольной пыли. При $\Pi_{в.зв} < 1$ взвешенная в воздухе угольная пыль не примет участия во взрыве метана или самостоятельно.

Степень опасности шахты по возможности участия во взрывах метана отложившейся на стенках угольной пыли можно оценить показателем $\Pi_{отл.}$, равным отношению пылеотложения в единице объема выработки за промежуток времени между применением мероприятий по нейтрализации этой пыли $P_{п}(\text{г/м}^3)$ к нижнему пределу взрываемости отложившейся угольной пыли $\delta_{отл}(\text{г/м}^3)$, т.е.

$$\Pi_{отл} = P_{п} / \delta_{отл} \quad (4)$$

Среднее в течение года пылеотложение на участке вентиляционной выработки протяженностью до 200 м от лавы может быть определено по выражению

$$P_{п} = P_t t, \quad (5)$$

где P_t - интенсивность пылеотложения, $\text{г/м}^3 \text{ сут}$; определяется в соответствии с требованиями Правил безопасности;

t - периодичность применения мероприятий по предупреждению взрывов угольной пыли, сут.

Среднее в течение года пылеотложение на участке выработки в районе погрузочных и перегрузочных пунктов, опрокидывателей, углеспусков, гезенков и скатов можно рассчитать по выражению

$$P_{п} = \left[\frac{\sum_{n_b} Q_i}{n_b} T_n \frac{\sum_{n_b} c_{и.сг.и} - \sum c_{т.и}}{n_n} \right] / (IS) \quad (6)$$

где n_b - число измерений расхода воздуха в выработке в 10-15 м от источника пылеобразования в течение предыдущего года;

Q_i - расход воздуха в выработке в 10-15 м от источника пылеобразования при i -м замере в течение предыдущего года, $\text{м}^3/\text{сут}$;

$T_{\text{п}}$ - периодичность применения мероприятия по предупреждению участия во взрывах отложившейся на стенках выработок угольной пыли, сут; $C_{\text{истм}}$, $C_{\text{ли}}$ - запыленность воздуха соответственно у источника пылеобразования и на расстоянии l от источника пылеобразования по направлению движения воздуха, г/м³;

l - протяженность участка выработки, для которого определяется пылеотложение, м; принимается $l = 25$ м;

S - площадь поперечного сечения выработки, м²;

$n_{\text{п}}$ - число измерений запыленности воздуха в течение предыдущего года в данной выработке.

Значение показателя $\Pi_{\text{отл}}$ определяется для всех выработок с источниками пылевыведения по данным замеров за предыдущий год. К учету принимается наибольшее значение. При $\Pi_{\text{отл}} < 1$ отложившаяся на поверхности выработок угольная пыль не примет участие во взрыве метановоздушной смеси или самостоятельно при переводе ее во взвешенное состояние. При $\Pi_{\text{взв}} \geq 1$ отложившаяся угольная пыль примет участие во взрыве метановоздушной смеси или самостоятельно. Чем выше значение показателя $\Pi_{\text{отл}}$, тем большая опасность шахты по возможности участия отложившейся угольной пыли во взрыве метановоздушной смеси.

При наличии достоверных данных о запыленности воздуха в горных выработках и у источников пылевыведения можно определить область изменения показателя $\Pi_{\text{отл}}$ и сгруппировать шахты по его величине.

Предлагаемые методы оценки шахт по возможности участия во взрыве взвешенной и отложившейся угольной пыли позволят выделить наиболее опасные из них и повысить эффективность противопылевых мероприятий.

В соответствии с действующими «Правилами безопасности в угольных шахтах температура и влажность воздуха в выработках, где постоянно (в течение смены) находятся люди, должны соответствовать нормам, приведенным в таблице 3.

Таблица 3- Максимально допустимая температура воздуха в горных выработках

Скорость воздуха, м/с	Допустимая температура, °С, при относительной влажности воздуха, %		
	75 и менее	76-90	свыше 90
до 0,25	24	23	22
0,26-0,50	25	24	23
0,51-1,00	26	25	24
1,01 и более	26	26	26

Превышение максимально допустимых температур воздуха, регламентируемых Правилами безопасности, и длительная работа шахтёров в условиях повышенных температур воздуха может существенно ухудшать здоровье и производительность труда горняков.

Правила безопасности требуют применения системы мероприятий по нормализации тепловых условий, если температура воздуха превышает предельно допустимые значения, указанные в таблице 3.

Температура и влажность воздуха в горных выработках ежемесячно контролируется вентиляционным надзором шахт и фиксируется в «Вентиляционных журналах» на участках ВТБ.

В течение года температура и влажность воздуха в действующих горных выработках меняются в связи с сезонными и суточными колебаниями этих параметров на поверхности шахт, глубиной разработки и характером работ в течение суток. В связи с этим по единичным измерениям температур воздуха в действующих выработках, нельзя определить какая из шахт угольного бассейна (страны) характеризуется наиболее неблагоприятными тепловыми условиями на рабочих местах. Методики, позволяющей устанавливать наиболее неблагоприятные по тепловым условиям шахты, в настоящее время нет. В связи с этим, в условиях постоянной нехватки финансовых средств в стране и на предприятиях, трудно определить на какие шахты и выемочные

участки в первую очередь следует направить средства для нормализации тепловых условий.

В данной статье предлагается методика для оценки опасности глубоких шахт по тепловому фактору.

Суть предлагаемой методики заключается в следующем. На основе ежемесячных замеров температуры и относительной влажности воздуха вентиляционным надзором, регистрируемым в «Вентиляционном журнале», определяется среднегодовое значение температуры воздуха t ($^{\circ}\text{C}$) в каждой действующей горной выработке шахты, где постоянно (в течение смены) находятся люди, и температура воздуха превышает допустимую Правилами безопасности, по формуле

$$t = \frac{\sum t_i}{n_t} \quad (7)$$

где $\sum t_i$ - сумма измеренных в течение года температур воздуха в действующей горной выработке, где постоянно (в течение смены) находятся люди, и температура воздуха превышает допустимую, $^{\circ}\text{C}$;

n_t - число измерений температуры воздуха за год, принятых к учёту в данной выработке.

Критерием, позволяющим оценить степень опасности тепловых условий в горной выработке действующей глубокой шахты предлагается считать показатель Π_t , равный отношению среднегодовой температуры воздуха t ($^{\circ}\text{C}$) в данной выработке к максимально допустимой Правилами безопасности температуре воздуха t_{mn} ($^{\circ}\text{C}$) в данной выработке в зависимости от скорости и относительной влажности воздуха (таблица 3), рассчитываемый по выражению

$$\Pi_t = \frac{t}{t_{\text{доп}}} \quad (8)$$

Значения величины показателя Π_t определяют для всех действующих выработок, с температурой, превышающей допустимую Правилами

безопасности (таблица 1), где постоянно (в течение смены) находятся люди. Этими выработками являются очистные и подготовительные выработки, выработки выемочных участков, поддерживаемые основные транспортные выработки, камеры и др.

По результатам замеров температуры воздуха вентиляционным надзором в предыдущем году для каждой выработки рассчитывается показатель P_t . Из всех выработок глубокой шахты выбирается выработка с наибольшим значением показателя P_t , по которому устанавливается группа опасности в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 - Деление шахт на группы по опасности температурных условий

Группа трудности шахты по тепловому фактору	Значение показателя p_t
1	от 1,01 до 1,1
2	от 1,11 до 1,2
3	от 1,21 до 1,3
4	1,31 и более

Из таблицы 4 видно, что чем больше показатель P_t тем выше номер группы трудности глубокой шахты по тепловому фактору и, следовательно, тем опаснее влияние тепловых условий на здоровье шахтёров.

В соответствии с действующими Правилами безопасности руководство шахты (служба участка ВТБ) на основе результатов контроля температуры воздуха вентиляционным надзором и определения показателя P_t должно разработать конкретные мероприятия по снижению температуры воздуха для каждой действующей выработки, в которой показатель $P_t > 1$. В первую очередь должно планироваться применение горнотехнических мероприятий. Если горнотехнических мероприятий недостаточно для снижения температуры воздуха до допустимых значений, следует предусматривать применение искусственного охлаждения воздуха с помощью холодильных

установок.

Нами предлагается, чтобы местные органы Госпромгорнадзора совместно с производственными объединениями (государственной угольной компанией) на основе контроля температуры воздуха вентиляционным надзором и результатов определения показателей Π_t устанавливали совместным приказом группу трудности каждой глубокой шахты по тепловому фактору.

Отнесение глубокой шахты к той или иной группе по температурным условиям еще не дает возможности определить, какая из шахт данной группы является самой трудной по тепловому фактору.

Распределение шахт одной группы трудности можно произвести по величине комплексного показателя $\Pi_{вч}$, учитывающего не только величины показателей Π_t для каждой выработки с повышенной температурой, но и число человеко-смен, отработанных горняками в течение года и приходящихся на тысячу тонн добычи. Этот показатель можно определить по формуле:

$$\Pi_{вч} = 1000 \sum_{i=1}^{n_m} \Pi_{t_i} N_{ч-с i} / A_{г} \quad (9)$$

где n_m – число месяцев в предыдущем году, в которых работы в горных выработках выполнялись горняками при температуре воздуха, превышающую допустимую Правилами безопасности;

Π_{t_i} – показатель степени опасности тепловых условий в i -й выработке конкретной шахты; к учёту берутся все выработки шахты, в которых работали горняки при температуре, превышающей допустимую Правилами безопасности, в течение предыдущего года;

$N_{ч-с i}$ – число человеко-смен, отработанных горняками в i -м месяце года в каждой выработке с повышенной температурой воздуха в предыдущем году, чел.-смен/мес.;

$A_{г}$ – добыча шахты в предыдущем году, т/год.

Данные о температурах воздуха в горных выработках принимаются по «Вентиляционному журналу» участка ВТБ шахты, а число человеко-смен, отработанных горняками в выработках с повышенной температурой в каждом месяце предыдущего года и годовая добыча шахты принимаются по данным планово-экономического отдела шахты.

Чем больше показатель $P_{вч}$, тем опаснее данная шахта среди других шахт производственного объединения (бассейна, отрасли) в соответствующей группе трудности по тепловому фактору.

Показатели P_t и $P_{вч}$ позволяют более полно оценить степень трудности шахт по тепловым условиям в горных выработках, выявить наиболее опасные из них, своевременно принять меры к нормализации температурных условий и более рационально использовать государственные средства на нормализацию тепловых условий в глубоких угольных шахтах.

Библиографический список

1. Правила безопасности в угольных шахтах. НПАОП 10.0-1.01-05-К.: 2005. – 398 с.
2. Сборник инструкций к «Правилам безопасности в угольных шахтах».- К.:2003, том 1. – 478 с.