

## ОЦЕНКА ШАХТ ПО ОПАСНОСТИ УЧАСТИЯ ВО ВЗРЫВАХ ВЗВЕШЕННОЙ В ВОЗДУХЕ И ОТЛОЖИВШЕЙСЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ВЫРАБОТОК УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ.

*В статье предлагается подразделять угольные шахты по степени опасности участия во взрывах взвешенной и отложившейся угольной пыли.*

Взрывы угольной пыли в шахтах или участие угольной пыли при взрывах метановоздушных смесей приводят к большим человеческим жертвам и материальным потерям. Поэтому очень важно иметь методику оценки степени опасности угольных шахт по взрываемости взвешенной и отложившейся угольной пыли.

Правилами безопасности [1] установлен порядок отнесения пластов угля к опасным по взрывам угольной пыли. Однако вероятность возникновения взрыва взвешенной в воздухе угольной пыли неодинакова на различных угольных шахтах. Это обусловлено не только нижним пределом взрываемости взвешенной угольной пыли для различных угольных пластов, но и фактической запыленностью воздуха в горных выработках шахт. Согласно нормативным документам [1, 2] запыленность воздуха в горных выработках вообще не учитывается при выборе мероприятий по предупреждению взрывов угольной пыли. Это означает, что фактор запыленности воздуха не учитывается при сравнении шахт по степени опасности участия взвешенной в воздухе угольной пыли во взрывах метановоздушной смеси.

Отсутствует методика, пользуясь которой можно оценивать опасность возникновения взрывов угольной пыли на шахтах и классифицировать шахты по этой опасности.

По нашему мнению, чем ближе среднегодовая запыленность воздуха в очистных и подготовительных забоях, на выемочных участках и у мест обильного пылеобразования к нижнему пределу взрываемости взвешенной в воздухе угольной пыли, тем больше вероятность взрыва угольной пыли на данной шахте.

По данным исследований запыленность воздуха в горных выработках при отсутствии или низкой эффективности применяемых средств пылеподавления может достигать и даже превышать нижние пределы взрывчатости угольной пыли. Запыленность воздуха при работе проходческих и очистных комбайнов в условиях отсутствия пылеподавления может достигать соответственно 4,6-25,8 г/м<sup>3</sup> и 1,0-20,0 г/м<sup>3</sup> [3, 4]. На погрузочных пунктах лав и на участках вентиляционных штреков вблизи лав запыленность воздуха может достигать соответственно 7,0-23,0 и 2,0-6,0 г/м<sup>3</sup> [3, 4]. Может достигать нижнего предела взрывчатости взвешенной угольной пыли запыленность воздуха у погрузочных пунктов гезенков, скатов, при перегрузке угля с конвейера на конвейер и у опрокидывателей.

Экспериментальными исследованиями [5] установлено, что нижний предел взрывчатости взвешенной в воздухе угольной пыли  $\delta_{взв}$  (г/м<sup>3</sup>) при отсутствии в атмосфере метана зависит от выхода летучих веществ  $V^{daf}$  (%) и зольности разрабатываемого угольного пласта  $A^d$  (%). Значение  $\delta_{взв}$  при выходе летучих веществ может быть определено 15% и более по выражению [5, 6, 7]:

$$\delta_{взв} = 53,3 \exp(-0,045V^{daf}) + 1,4 \exp(-0,032V^{daf}) A^d. \quad (1)$$

Для угольных шахт с выходом летучих веществ менее 15 % нижний предел взрывчатости угольной пыли в соответствии с требованиями Правил безопасности [2] определяется в лаборатории МакНИИ.

При наличии в атмосфере выработки метана в пределах  $0 < C < (4-6 \%)$  коэффициент снижения нижнего предела взрывчатости взвешенной угольной пыли  $\kappa_{CH_4}$  определяется по таблице 1 [2].

**Табл. 1.** Значение коэффициента  $\kappa_{CH_4}$  в зависимости от содержания метана в горной выработке.

Содержание метана, %	0,0	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0
Коэффициент $\kappa_{CH_4}$	1	0,75	0,60	0,50	0,35	0,25

Расчеты по выражению (1) показывают, что при изменении выхода летучих веществ от 15 % до 50 % и зольности пластов от 3 % до 30 % нижний предел взрывчатости взвешенной угольной пыли

изменяется в пределах от 6,5 г/м<sup>3</sup> до 43,2 г/м<sup>3</sup>. При наличии в атмосфере метана в пределах от 1 % до 2 % и тех же пределах изменения выхода летучих веществ и зольности величина  $\delta_{взв}$  изменяется в пределах от 1,6 г/м<sup>3</sup> до 21,6 г/м<sup>3</sup>.

В связи с вышеизложенным предлагается оценивать степень опасности угольных шахт по взрывам взвешенной угольной пыли максимальной величиной отношения среднегодовой концентрации взвешенной угольной пыли  $\bar{C}_{\Pi}$  (г/м<sup>3</sup>), измеренной на объектах шахты в пределах каждого разрабатываемого пласта (выемочные участки, очистные, подготовительные и конвейерные выработки) в соответствии с требованиями Правил безопасности [2], к нижнему пределу взрываемости взвешенной угольной пыли соответствующего разрабатываемого угольного пласта  $\delta_{взв}$  (г/м<sup>3</sup>), то есть отношением  $\bar{C}_{\Pi} / \delta_{взв}$ .

Величина среднегодовой запыленности воздуха на объекте пласта может быть определена по выражению:

$$\bar{C}_{\Pi} = \frac{\sum C_{\Pi i}}{n_{\Pi}}, \quad (2)$$

где  $\sum C_{\Pi i}$  - сумма измеренных в течение года значений запыленности воздуха на объекте шахты (выемочный участок, очистная, подготовительная, конвейерная выработка), г/м<sup>3</sup>;  $n_{\Pi}$  - количество принятых к учету значений запыленности воздуха на данном объекте шахты за год.

Из всех полученных в пределах данного угольного пласта значений среднегодовой запыленности воздуха выбирают наибольшее  $\bar{C}_{\Pi}$  и рассчитывают показатель  $\Pi_{взв} = \bar{C}_{\Pi} / \delta_{взв}$ . Из всех полученных за год в пределах шахты показателей  $\Pi_{взв}$  выбирают наибольший и по его значению можно оценивать степень опасности данной угольной шахты по возможности взрыва взвешенной угольной пыли. Чем больше показатель  $\Pi_{взв}$ , тем более опасна шахта по взрыву взвешенной угольной пыли. При  $\Pi_{взв} \geq 1$  на шахте возможен взрыв взвешенной в воздухе угольной пыли.

По показателю  $\Pi = \bar{C}_{\Pi} / \delta_{взв}$  все шахты, разрабатывающие опасные по взрывам угольной пыли пласты, можно подразделить на группы согласно предлагаемой таблицы 2.

**Табл. 2.** Группы шахт по степени опасности взрыва взвешенной угольной пыли.

Группа шахты по опасности взрыва взвешенной угольной пыли	Величина показателя $\Pi_{взв} = \bar{C}_{\Pi} / \delta_{взв}$
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 возрастанием номера группы степень опасности взрыва взвешенной угольной пыли на конкретной шахте возрастает.

Деление угольных шахт на группы по степени опасности взрыва взвешенной угольной пыли позволит устанавливать наиболее опасные шахты по этому показателю. Кроме того, за счет применения новых или повышения эффективности применяемых мероприятий можно добиться уменьшения запыленности воздуха снизить степень опасности шахты по возможности возникновения взрыва угольной пыли.

Известно, что на газовых шахтах, разрабатывающих опасные по взрывам угольной пыли пласты, угольная пыль часто принимает участие во взрывах метановоздушных смесей, значительно усиливая их и увеличивая диапазон воздействия по количеству и длине охваченных взрывом выработок шахты. При этом важную роль в усилении взрыва и распространении его по выработках играет отложившаяся на стенках выработок сухая угольная пыль, которая при движении взрывной волны (при взрыве метана) переходит во взвешенное состояние и может создавать взрывчатую пылевоздушную смесь. Это имеет место, если на поверхности выработки накопилась масса сухой угольной пыли, превышающая нижний предел взрываемости отложившейся угольной пыли  $\delta_{отл}$  (г/м<sup>3</sup>).

В связи с вышеизложенным, считаем актуальным разработку метода оценки шахт по степени опасности участия во взрывах метановоздушных смесей отложившейся на стенках выработок угольной пыли.

Степень опасности шахт по возможности участия во взрывах метановоздушных смесей отложившейся на стенках выработок угольной пыли можно оценить отношением пылеотложения в единице объема выработки  $P_{\Pi}$  (г/м<sup>3</sup>) за промежутки времени между применением мероприятий по предупреждению взрывов угольной пыли к нижнему пределу взрываемости отложившейся угольной пыли  $\delta_{отл.}$  (г/м<sup>3</sup>).

$$P_{отл.} = \frac{P_{\Pi}}{\delta_{отл.}} \quad (3)$$

Величина  $\delta_{отл.}$  может быть определена по формуле [5]:

$$\delta_{отл.} = 2,5\delta_{взв.} \quad (4)$$

Угольная пыль, переносимая воздушными потоками, оседает во всех выработках шахты. Однако для определения степени опасности шахты по возможности участия отложившейся на стенках выработок угольной пыли во взрыве метановоздушной смеси достаточно учесть выработки (или отдельные участки) с наиболее интенсивным пылеотложением. К ним относятся:

- участки протяженностью 25 м по ходу вентиляционной струи у погрузочных пунктов лав на крутых (между рабочими и вентиляционными гезенками), пологих и наклонных пластах, у углеспусков, гезенков и скатов;
- участки откаточных выработок длиной 25 м по ходу вентиляционной струи у опрокидывателей;
- участки откаточных штреков, уклонов и бремсбергов с транспортированием угля на протяжении 25 м от сопряжений по ходу вентиляционной струи;
- подготовительные выработки, проводимые по углю и породе на протяжении 50 м от их забоев;
- конвейерные выработки в районе мест погрузки (перегрузки) угля на протяжении 25 м от них по направлению движения воздуха;
- участки вентиляционных штреков и других вентиляционных выработок, примыкающие к лавам, протяженностью до 200 м.

Среднее в течение года пылеотложение на участке вентиляционной выработки протяженностью 50 м и 200 м от лавы за промежутки времени между применением мероприятий по предупреждению взрывов угольной пыли можно рассчитать по выражению:

$$P_{\Pi} = P_t T_{\Pi}, \quad (5)$$

где  $P_t$  – интенсивность пылеотложения на участках вентиляционного штрека протяженностью 50 и 200 м от лавы, определенная методом сбора пыли на подложки [2];  $T_{\Pi}$  – периодичность применения мероприятий по предупреждению взрыва пыли на этих участках, сут.

Величина  $T_{\Pi}$  рассчитывается по выражению [2]:

$$T_{\Pi} = \frac{K \cdot K_{CH_4} \delta_{отл.}}{P_t}, \quad (6)$$

где  $K$  – коэффициент, характеризующий продолжительность защитного действия, применяемого способа предупреждения взрыва отложившейся угольной пыли [2].

Пылеотложение  $P_{\Pi}$  на участке выработки в районе погрузочных и перегрузочных пунктов, опрокидывателей, углеспусков, гезенков и скатов можно рассчитать по выражению:

$$P_{\Pi} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{\Pi}} Q_i T_{\Pi} (C_{уст.i} - C_{li})}{l \cdot S \cdot n_{\Pi}}, \quad (7)$$

где  $n_{\Pi}$  – число замеров запыленности воздуха на участке выработки в течение года, принятых к учету;  $Q_i$  – расход воздуха в  $i$ -м месяце года на участке выработки с источником пылеобразования, м<sup>3</sup>/сут;  $T_{\Pi}$  – периодичность применения мероприятий по предупреждению взрывов угольной пыли, сут.; принимается в соответствии с графиком, разработанным на шахте, и требованиями Правил безопасности [2];  $C_{уст.i}$ ,  $C_{li}$  – запыленность воздуха соответственно у источника пылеобразования и на расстоянии  $l$  (м) от него по направлению движения воздуха, измеренная в  $i$ -м месяце года, г/м<sup>3</sup>;  $l$  –

протяженность участка выработки, для которого определяется пылеотложение, м; принимается  $l = 25$  м;  $S$  – площадь поперечного сечения выработки в свету,  $m^2$ .

Значение показателя  $P_{отл.}$  определяется для всех выработок (участков выработок) шахты с интенсивным пылеотложением по результатам ежемесячных замеров запыленности воздуха в предыдущем году [2]. К учету принимается наибольшее значение показателя  $P_{отл.}$ , полученное по результатам расчетов на шахте. Чем выше значение показателя  $P_{отл.}$ , тем более опасна шахта по возможности участия во взрывах метановоздушной смеси отложившейся угольной пыли или возможности самостоятельного взрыва при переходе пыли во взвешенное состояние от внезапного увеличения скорости воздушного потока и наличии источника высокой температуры.

Для обеспечения достоверности показателя  $P_{отл.}$  необходимо повысить ответственность работников участков ВТБ, измеряющих запыленность воздуха в горных выработках, за качество производимых замеров и точное отражение результатов замеров в документации шахты.

По показателю  $P_{отл.}$  шахты, разрабатывающие угольные пласты, опасные по взрывам угольной пыли, могут быть разделены на группы по степени опасности участия во взрывах отложившейся в выработках угольной пыли согласно таблице 4.

**Табл. 4.** Группы шахт по степени опасности участия во взрывах отложившейся в выработках угольной пыли

Группа шахты по степени участия во взрыве отложившейся на стенках угольной пыли	Величина показателя $P_{отл.}$
1	до 250
2	от 250 до 500
3	от 500 до 750
4	от 750 до 1000
5	1000 и более

Предложенные методы позволят оценивать угольные шахты по степени опасности участия во взрывах взвешенной и отложившейся в горных выработках угольной пыли, сравнивать их между собой и своевременно принимать меры по предупреждению взрывов угольной пыли.

#### Библиографический список

1. Правила безопасности в угольных шахтах. – к., 2000. – 484 с.
2. Сборник инструкций к Правилам безопасности в угольных шахтах. – К., т. 1, 2002. – 478 с.
3. Качан В.Н., Саранчук В.Н., Данилов А.Т. Предупреждение взрывов угольной пыли в глубоких шахтах. – К.: «Техника», 1990. – 120 с.
4. Роменский Л.П. Пена как средство борьбы с пылью. – К.: «Наукова думка», 1976. – 161 с.
5. Петрухин П.М., Нецепляев М.И., Качан В.Н., Сергеев В.С. Предупреждение взрывов пыли в угольных и сланцевых шахтах. М.: Недра, 1974. – 304 с.
6. Нецепляев М.И., Любимова А.И., Петрухин П.М. и др. Борьба со взрывами угольной пыли в шахтах. М.: Недра, 1992. – 298 с.
7. Петрухин П.М., Гродель Г.С., Жилиев Н.И. и др. Борьба с угольной и породной пылью в шахтах. М.: Недра, 1981. – 271 с.