

Стукало В.А., кандидат технических наук, ДонНТУ, Донецк, Украина.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕГАЗАЦИИ ИСТОЧНИКОВ МЕТАНОВЫДЕЛЕНИЯ НА ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКАХ ШАХТ

*Предложен более совершенный метод определения необходимости применения дегазации источников метановыделения на высокогазообильных выемочных участках угольных шахт.*

Возрастание глубины разработки и повышение нагрузок на очистные забои увеличивает абсолютное метановыделение на выемочных участках угольных шахт.

Возможности вентиляции по разбавлению метана до допустимой ПБ концентрации ограничены, так как максимально допустимая средняя скорость воздуха в призабойном пространстве лавы 4 м/с [1]. В связи с этим газовый фактор нередко ограничивает величину допустимой нагрузки на очистные забои.

Одним из весьма эффективных средств повышения нагрузки на лаву по газовому фактору является дегазация источников метановыделения на выемочном участке.

Согласно действующему нормативному документу [2] дегазация источников метановыделения на выемочном участке должна осуществляться, если средствами вентиляции невозможно обеспечить разбавление метана до допустимой ПБ концентрации и если не выполняется условие:

$$I_{yc} \leq 0,007 Q_{yc} c, (1)$$

где  $I_{yc}$  – среднее абсолютное метановыделение в выработки выемочного участка, м<sup>3</sup>/мин;  $Q_{yc}$  – фактический или планируемый расход воздуха на выемочном участке, м<sup>3</sup>/мин;  $c$  – максимально допустимая концентрация метана в исходящей струе выемочного участка, %.

Коэффициент 0,007 в выражении (1) был получен после упрощения исходной зависимости:

$$I_{yc} \leq 0,01 Q_{yc} c / \kappa_n, (2)$$

где  $\kappa_n$  – коэффициент неравномерности метановыделения, принятый равным 1,43.

Известно [3], что коэффициент неравномерности метановыделения зависит от величины абсолютного метановыделения:

$$\kappa_n = 1,94 I_{yc}^{-0,14}, (3)$$

с учетом выражений (2) и (3) условие (1) примет вид:

$$I_{yc} \leq 0,00515 Q_{yc} I_{yc}^{0,14} c, (4)$$

После преобразования выражения (4) получим уточненное условие (5), не выполнение которого указывает на необходимость применения дегазации источников метановыделения на выемочном участке:

$$I_{yc} \leq 0,00219 (Q_{yc} c)^{1,163}, (5)$$

Дегазация источников метановыделения на выемочном участке также необходима, если газовый фактор ограничивает нагрузку очистного забоя.

Максимально допустимая по газовому фактору нагрузка на очистной забой  $A_{max}$  в условиях проектируемой шахты или при планировании очистных работ на новом угольном пласте в условиях действующей шахты определяется по выражению [3]:

$$A_{max} = A_p I_p^{-1,67} \left[ \frac{Q_p (c - c_0)}{194} \right]^{1,93}, (6)$$

где  $A_{max}$  – максимально допустимая нагрузка по газовому фактору (метановыделению) нагрузка на очистной забой, т/сут;  $A_p$  – планируемая нагрузка на очистной забой, т/сут;  $I_p$  – ожидаемое абсолютное метановыделение в планируемую очистную выработку (или выемочный участок), м<sup>3</sup>/мин; принимается с учетом рекомендаций [3] в зависимости от типа схемы проветривания выемочного участка;  $Q_p$  – максимально возможный расход воздуха в очистной выработке или на выемочном участке, который может быть использован для разбавления метана до допустимой ПБ концентрации, м<sup>3</sup>/мин; принимается в соответствии с рекомендациями нормативного документа [3] в зависимости от типа схемы проветривания выемочного участка;  $c_0$  – концентрация метана в поступающей на выемочный участок вентиляционной струе, %.

Положим, что  $A_p = A_{max}$ . Тогда из выражения (6) получим:

$$I_p^{-1,67} \left[ \frac{Q_p(c - c_0)}{194} \right]^{1,93} = 1, \quad (7)$$

Из равенства (7) следует, что для снятия ограничения газового фактора на нагрузку лавы, необходимо применять дегазацию источников метановыделения на выемочном участке, если не выполняется условие:

$$I_p \leq 0,00226 [Q_p(c - c_0)]^{1,156}, \quad (8)$$

Для вновь вводимых очистных выработок в тех случаях, когда имеются данные о фактическом метановыделении в лаву-аналог (выемочный участок-аналог) максимально допустимую по газовому фактору нагрузку на очистной забой определяют по выражению [3]:

$$A_{max} = AI_{\phi}^{-1,67} \left[ \frac{Q_p(c - c_0)}{194} \right]^{1,93} \left( \frac{l_{оч.п}}{l_{оч.}} \right)^{-0,67}, \quad (9)$$

где  $A$  – фактическая нагрузка на лаву-аналог, т/сут;  $I_{\phi}$  – среднее фактическое абсолютное метановыделение в лаву-аналог или участок-аналог, м<sup>3</sup>/мин; принимается с учетом рекомендаций нормативного документа [3] в зависимости от типа схемы проветривания выемочного участка;  $l_{оч.}$ ,  $l_{оч.п}$  – соответственно длина лавы-аналога и планируемой лавы, м.

В выражении (9) не учтена возможность изменения метановыделения с увеличением глубины разработки и замены системы разработки, а также возможности применения дегазации источников метановыделения на планируемом выемочном участке. В связи с этим нами предложено уточненное выражение для определения  $A_{max}$  [4] в условиях действующих шахт.

$$A_{max} = AI_{\phi}^{-1,67} \left[ \frac{Q_p(c - c_0)}{194} \right]^{1,93} \left( \frac{l_{оч.п}}{l_{оч.}} \right)^{-1,67} (\kappa_{zp} \kappa_{cp})^{-1,67}, \quad (10)$$

где  $\kappa_{zp}$  – коэффициент, учитывающий изменение метанообильности выработок с глубиной; определяется с учетом рекомендаций нормативного документа [3];  $\kappa_{cp}$  – коэффициент, учитывающий изменение системы разработки по сравнению с применяемой на выемочном участке-аналоге и метановыделения в призабойное пространство из разрабатываемого пласта и выработанного пространства при применении дегазации источников метановыделения и изменении схемы проветривания на планируемом выемочном участке.

Величину коэффициента  $\kappa_{cp}$  можно определить по выражениям [5]:

при использовании в выражении (10) в качестве  $I_{\phi}$  фактического абсолютного метановыделения в лаву-аналог  $I_{оч.ф}$  (м<sup>3</sup>/мин.)

$$\kappa_{cp} = \left[ \kappa_1 \frac{\kappa_{нл.п}(1 - \kappa_{д.нл.п})}{\kappa_{нл.}(1 - \kappa_{д.нл.})} + \kappa_2 \kappa_{вн.п} \frac{(1 - \kappa_{д.сн.п})}{(1 - \kappa_{д.сн.})} \right] / (\kappa_1 + \kappa_2 \kappa_{ВП}), \quad (11)$$

При использовании в выражении (10) в качестве  $I_{\phi}$  фактического абсолютного метановыделения в выработки выемочного участка-аналога  $I_{уч.ф}$  (м<sup>3</sup>/мин):

$$\kappa_{cp} = \kappa_1 \frac{\kappa_{нл.п}(1 - \kappa_{д.нл.п})}{\kappa_{нл.}(1 - \kappa_{д.нл.})} + \kappa_2 \frac{(1 - \kappa_{д.сн.п})}{(1 - \kappa_{д.сн.})}, \quad (12)$$

где  $\kappa_1$ ,  $\kappa_2$  – доля абсолютного метановыделения соответственно из вынимаемого угольного пласта и выработанного пространства в среднем абсолютном метановыделении в выработки выемочного участка-аналога; принимается по данным газовой съемки или результатам прогноза метановыделения по природной метаноносности угольного пласта и пластов-спутников [3];  $\kappa_{нл.}$ ,  $\kappa_{нл.п}$  – коэффициенты, учитывающие влияние системы разработки на метановыделение из разрабатываемого пласта соответственно для очистной выработки-аналога (выемочного участка-аналога) и для планируемой очистной выработки (выемочного участка); определяются по выражениям, приведенным в нормативном документе [3];  $\kappa_{д.нл.}$ ,  $\kappa_{д.нл.п}$ ,  $\kappa_{д.сн.}$ ,  $\kappa_{д.сн.п}$  – коэффициенты дегазации разрабатываемого пласта и пластов-спутников соответственно на выемочном участке-аналоге и планируемом; принимаются (если имеет место или предусматривается дегазация) в соответствии с нормативным документом [2];  $\kappa_{вн.}$ ,  $\kappa_{вн.п}$  – коэффициенты, учитывающие поступление метана из выработанного пространства в призабойную зону соответственно на выемочном участке-аналоге и планируемом; принимаются в соответствии с нормативным документом [3].

При  $A_p = A_{max}$  из выражения (10) получим условие (13), не выполнение которого указывает на необходимость применения дегазации источников метановыделения на планируемом выемочном участке:

$$I_p \leq 0,00226 [Q_p (c - c_0)]^{1,156} \left( \frac{I_{оч.р}}{I_{оч.}} \right)^{-0,4} (\kappa_{з.р} \cdot \kappa_{с.р})^{-1}. \quad (13)$$

При схеме проветривания выемочного участка с последовательным разбавлением вредностей по источникам выделения типа 1-М (столбовая система разработки) возможно образование опасного местного скопления метана в тупике вентиляционного штрека (ходка). Образование опасного местного скопления в тупике погашения вентиляционного штрека (ходка) при схеме проветривания выемочного участка типа 1-М происходит из-за повышенного метановыделения в выработанное пространство из подрабатываемых и надрабатываемых пластов-спутников и вмещающих горных пород.

Дегазация пластов-спутников или выработанного пространства является эффективным средством предупреждения образования опасных местных скоплений метана в тупиках погашения вентиляционных выработок.

Известно [3], что при схеме проветривания выемочного участка с выдачей исходящей струи на массив угля и погашении вентиляционной выработки (схема 1-М) возможность образования опасного местного скопления метана в тупике погашения исключается, если:

$$\kappa_0 = \frac{1434 I_{в.п} \sqrt{S}}{\left[ Q_{уч} \left( \frac{\kappa_{ум.с} - 1}{\kappa_{ум.с}} \right) \right]^{1,5}} \leq 1, \quad (14)$$

где  $\kappa_0$  – коэффициент, учитывающий опасность местных скоплений метана на сопряжении лавы с вентиляционной выработкой;  $I_{в.п}$  – среднее фактическое (ожидаемое) абсолютное метановыделение из выработанного пространства на выемочном участке, м<sup>3</sup>/мин; определяется с учетом рекомендаций нормативного документа [3];  $S$  – площадь поперечного сечения вентиляционной выработки в свету, м<sup>2</sup>;  $Q_{уч}$  – расход воздуха на выемочном участке, м<sup>3</sup>/мин;  $\kappa_{ум.с}$  – коэффициент, учитывающий утечки воздуха через выработанное пространство; определяется с учетом рекомендаций [3].

При предельном допустимом значении  $\kappa_0 = 1$  с учетом незначительных преобразований получим выражение (15) для определения величины абсолютного метановыделения в выработанное пространство  $I_{в.п}$ , до которой его надо снизить посредством дегазации, чтобы не образовывалось опасное местное скопление метана в тупике погашения вентиляционной выработки.

$$I_{в.п} = 0,0007 \left[ Q_{уч} \left( \frac{\kappa_{ум.с} - 1}{\kappa_{ум.с}} \right) \right]^{1,5} / \sqrt{S}, \quad (15)$$

Таким образом, взамен выражения (1) рекомендуется использовать условия (5), (8), (13) и (15), не выполнение которых свидетельствует о необходимости применения дегазации источников метановыделения на выемочном участке. Выражение (15) может использоваться также для определения величины абсолютного метановыделения в выработанное пространство, до которой его необходимо снизить за счет дегазации источников метановыделения на выемочном участке, чтобы в тупике погашения вентиляционной выработки при схеме проветривания выемочного участка 1-М не образовывалось опасного местного скопления метана.

### Библиографический список

1. Привила безопасности в угольных шахтах. – К.: 2000. – 484 с.
2. Руководство по дегазации угольных шахт. – М.: 1991. – 186 с.
3. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. – К.: 1994. – 311 с.
4. Стукало В.А., Фролов О.В. К вопросу определения максимально допустимой по газовому фактору нагрузки на очистной забой // Проблемы экологии, Донецк, 2000. - №1. – с. 71 – 75
5. Стукало В.А. Влияние системы разработки на метановыделение и предельно допустимую нагрузку на очистную выработку // Уголь Украины, 1991. - №5. – с. 20-22.