

---

**УДК 622.45.001.2****Б.Н. ИОТЕНКО, канд. техн. наук, ведущий науч. сотрудник, МакНИИ,  
г. Макеевка****ВЫВОД ФОРМУЛ ДЛЯ РАСЧЕТА ОЖИДАЕМОГО  
МЕТАНОВЫДЕЛЕНИЯ В ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ ВЫЕМОЧНОГО  
УЧАСТКА И НАГРУЗКИ НА ОЧИСТНОЙ ЗАБОЙ  
ПО ГАЗОВОМУ ФАКТОРУ**

*Изложен алгоритм вывода формул расчета ожидаемого метановыделения для действующих шахт по лаве-аналогу и нагрузки на очистной забой по газовому фактору. Формулы прошли апробацию на шахтах Украины и рекомендованы для оценки допустимой нагрузки добычи угля на очистной забой по газовому фактору.*

**Ключевые слова:** метановыделение, относительная, абсолютная метанообильности, лава-аналог, очистной забой, выемочный участок, призабойное, выработанное пространства.

Достоверный прогноз метановыделений на выемочных участках угольных шахт – основа правильного расчета необходимого расхода воздуха и нагрузки на очистной забой по газовому фактору.

Нормативным документом, в соответствии с которым выполняются необходимые расчеты по прогнозу, является «Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт» (далее – Руководство) [1].

Прогноз метанообильности выемочного участка по природной метаноносности пласта, основанного на вычислении относительной метанообильности, определяется как суммарное метановыделение из разрабатываемого пласта ( $q_{пл}$ , м<sup>3</sup>/т), сближенных угольных пластов ( $q_{сн}$ , м<sup>3</sup>/т), вмещающих пород ( $q_{пор}$ , м<sup>3</sup>/т) и применяется в тех случаях, когда сведения о фактическом газовыделении по источникам отсутствуют или не могут быть использованы (при вскрытии новых пластов, горизонтов). Одной из особенностей применения прогноза по природной метаноносности является представление о постоянстве относительности метанообильности. Отказ о ее постоянстве дает возможность разработать методические указания по выводу формул расчетов ожидаемой метанообильности, допустимой нагрузки на очистной забой и выемочный участок по абсолютному метановыделению.

Цель статьи заключается в том, что достаточно большое число обследованных участков (более 20) и наблюдения показывают, что при увеличении скорости подвигания очистного забоя, несмотря на рост абсолютной метанообильности по участку, относительное метановыделение уменьшается. Это объясняется тем, что с увеличением скорости подвигания очистного забоя отмечаются меньшими нарушениями сплошности боковых пород, увеличением расстояния между зоной разгрузки, а также увеличением остаточной метаноносности добываемого угля.

По данным исследований МакНИИ [2] эмпирическая зависимость относительной метанообильности лавы (участка) от скорости подвигания очистного забоя имеет вид

$$q_2 = q_1 \left( \frac{v_1}{v_2} \right)^{0.4}, \quad (1)$$

где  $q_1$  и  $q_2$  - относительная метанообильность выемочного участка (лавы), м<sup>3</sup>/т, определенная по природной метаноносности пласта, при скорости подвигания очистного забоя соответственно  $v_1$  и  $v_2$ , м/сут.

Формула (1) легла в основу определения ожидаемой метанообильности выемочного участка (лавы) по фактическому метановыделению лавы-аналога в соответствии с Руководством [1] (формула 3.70).

В связи с непостоянством относительной метанообильности использование этого показателя создает неудобства. Поэтому целесообразно перейти к абсолютному метановыделению и можно получить зависимость для расчета средней абсолютной метанообильности выемочного участка (лавы) при изменении скорости подвигания очистного забоя. Заменяя в выражении (1)  $q_1$  (м<sup>3</sup>/т) через ожидаемую относительную метанообильность  $q_p$  (м<sup>3</sup>/т) выемочного участка, а  $q_2$  (м<sup>3</sup>/т) через относительную фактическую метанообильность  $q_\phi$  (м<sup>3</sup>/т) лавы-аналога и соответственно ожидаемую скорость подвигания очистного забоя  $v_1$  (м/сут) через  $v_p$  (м/сут), а  $v_2$  (м/сут) через фактическую скорость подвигания лавы  $v_\phi$  (м/сут), которой соответствует  $q_\phi$  (м<sup>3</sup>/т), получим формулу (1) в таком виде

$$q_p = q_\phi \left( \frac{v_\phi}{v_p} \right)^{0.4}. \quad (2)$$

Переход от относительной метанообильности, определенной по природной метаноносности угольного пласта, к среднему абсолютному метановыделению из очистной выработки ( $\bar{I}_{оч}$ , м<sup>3</sup>/мин), рассчитывается по формуле

$$\bar{I}_{оч} = \frac{A_p \cdot q_{оч.ф}}{1440}, \quad (3)$$

где  $A_p$  - среднесуточная добыча из очистной выработки (выемочного участка), т;

$$A_p = l_{оч.р} \cdot v_{оч.р} \cdot m_в \cdot \rho \cdot k_{из}, \quad (4)$$

где  $l_{оч.р}$  - длина очистного забоя, для которого рассчитано ожидаемое относительное метановыделение  $q_{оч.ф}$ , м; принимается по проекту;

$v_{оч.р}$  - скорость подвигания очистного забоя, м/сут;

$\rho$  - плотность угля, т/м<sup>3</sup>;

$k_{из}$  - коэффициент извлечения угля, доли ед.; принимается по проекту.

$m_в$  – вынимаемая мощность разрабатываемого пласта, м.

Для расчета среднего абсолютного метановыделения на выемочном участке ( $\bar{I}_{уч}$ , м<sup>3</sup>/мин) и из выработанного пространства ( $\bar{I}_{в.н}$ , м<sup>3</sup>/мин) на участке в формулу (3) подставляем соответственно  $q_{уч}$  или  $q_{в.н}$ .

Определим из формулы (4) скорость подвигания очистного забоя

$$v_{оч.р} = \frac{A_p}{l_{оч.р} \cdot m_в \cdot \rho \cdot k_{из}}. \quad (5)$$

Заменяя в формуле (2) отношения относительных метановыделений и их скоростей, получим

$$\frac{\bar{I}_р}{\bar{I}_ф} \cdot \frac{A_ф}{A_p} = \left( \frac{A_p \cdot l_{оч.р}}{A_ф \cdot l_{оч.ф}} \right)^{0,4}. \quad (6)$$

Разделив обе части уравнения (6) на  $\frac{A_ф}{A_p}$ , после несложных преобразований определим

$$\bar{I}_p = \bar{I}_\phi \left( \frac{A_p}{A_\phi} \right)^{0,6} \left( \frac{l_{оч.p}}{l_{оч.\phi}} \right)^{0,4} . \quad (7)$$

Для расчета ожидаемой средней абсолютной метанообильности очистной выработки ( $\bar{I}_{оч.p}$ , м<sup>3</sup>/мин) или выемочного участка ( $\bar{I}_{уч.\phi}$ , м<sup>3</sup>/мин) по лаве-аналогу в формулу (7) вместо  $\bar{I}_p$  и  $\bar{I}_\phi$  подставляем соответственно  $\bar{I}_{оч.p}$ ,  $\bar{I}_{оч.\phi}$ ,  $\bar{I}_{уч.p}$  и  $\bar{I}_{уч.\phi}$ .

Таким образом, по формуле (7) определяется по лаве-аналогу средняя абсолютная метанообильность очистной выработки или выемочного участка. Эта формула не учитывает изменение системы разработки ( $\kappa_{ср}$ ) и метанообильности с глубиной ( $\kappa_{зр}$ ), которые определяются по Руководству [1].

Формула (7.2) Руководства [1] допустимой нагрузки на очистной забой по газовому фактору получена из формулы (6.24) Руководства [1], которая имеет вид

$$Q_p = \frac{100 \bar{I}_p \cdot k_H}{C - C_0} , \quad (8)$$

где  $k_H$  – коэффициент неравномерности метановыделения, доли единиц; значение  $k_H$  определяется

$$k_H = 1,94 \bar{I}_p^{-0,14} . \quad (9)$$

Путем несложных преобразований из формулы (8) с учетом формулы (9) определим  $\bar{I}_p$  из следующей зависимости

$$\bar{I}_p = \left[ \frac{Q_p (C - C_0)}{194} \right]^{1,16} , \quad (10)$$

где  $C$  – допустимое согласно ПБ [3] содержание метана в исходящей из очистной выработки вентиляционной струе, %;

$C_0$  – содержание метана в поступающей на выемочный участок вентиляционной струе, %; определяется для выработок действующих шахт по результатам измерений, а для проектируемых принимается равной 0,05%.

При сравнении формул (7) и (10) отмечаем, что левые части равны, следовательно, можем записать следующее равенство

$$\bar{I}_\phi \left( \frac{A_p}{A_\phi} \right)^{0,6} \left( \frac{l_{оч.p}}{l_{оч.ф}} \right)^{0,4} = \left[ \frac{Q_p \mathbf{C} - C_0}{194} \right]^{1,16}. \quad (11)$$

Из формулы (11) определяем  $A_p$ , которое равно максимальной нагрузке ( $A_{\max}$ , т/сут) на очистной забой или выемочный участок при максимальном расходе  $Q_p$  воздуха ( $Q_{\max}$ , м<sup>3</sup>/мин), который можно подавать в лаву (участок). В этом случае допустимая по газовому фактору среднесуточная добыча определяется

$$A_{\max} = A_\phi \cdot \bar{I}_\phi^{-1,67} \left[ \frac{Q_p \mathbf{C} - C_0}{194} \right]^{1,93} \left( \frac{l_{оч.p}}{l_{оч.ф}} \right)^{-0,67}, \quad (12)$$

где  $l_{оч.p}$  – длина очистной выработки, для которой определяется  $A_{\max}$ , м;

$l_{оч.ф}$  – длина очистной выработки, для которой известны  $\bar{I}_{оч.ф}$ ,  $\bar{I}_{уч.ф}$ , и  $A_\phi$ .

Значения  $I_\phi$  и  $A_\phi$  определяются по таблице 7.2 Руководства [1], где  $\bar{I}_p$  заменить на  $\bar{I}_\phi$ .

В формуле (12)  $\frac{l_{оч.p}}{l_{оч.ф}}$  принимается равным единице, когда  $\bar{I}_{оч.ф}$  и  $\bar{I}_{уч.ф}$  определены по лаве-аналогу и она справедлива, когда расчеты выполняются по фактическому метановыделению действующего выемочного участка, но изменяется длина лавы.

Максимальный расход воздуха, который можно подавать в призабойное пространство, определяется по формуле

$$Q_{\max} = 60 \cdot S \cdot v_{\max}, \quad (13)$$

где  $S$  – площадь поперечного сечения (м<sup>2</sup>) призабойного пространства в свету с механизированными крепями согласно технической характеристике, а при индивидуальном креплении

$$S = 0,9 \cdot m \cdot b_{min}, \quad (14)$$

где  $b_{min}$  - минимальная ширина призабойного пространства, м<sup>2</sup>;  
 $v_{max}$  - максимально допустимая скорость движения воздуха в призабойном пространстве, м/с.

Фактическое метановыделение  $\bar{I}_{оч.ф}$  и  $\bar{I}_{уч.ф}$  определяется на основании обработки результатов замеров расхода воздуха и содержания метана, выполненных в соответствии с Руководством [1].

Формулы (7) и (12) помещены в нормативный документ НПАОП 10.0-7.08-93 «Руководство по проектированию вентиляции в угольных шахтах» и они являются обязательными для определения максимально возможной нагрузки на очистной забой при проектировании [4].

## ВЫВОДЫ

Алгоритмы расчета ожидаемой метанообильности и нагрузки на забой (выемочный участок) следует использовать для оценки максимально допустимой по газовому фактору нагрузки на очистной забой (выемочный участок). При выводе формул в их основу заложены требования Правил безопасности в угольных шахтах, которые сводятся к следующим. Содержание метана в исходящей струе не должно превышать 1% и скорость воздуха в очистном забое не должна превышать 4 м/с.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт: НПАОП 10.0-7.08-93. – Офиц. изд. – К.: Основа, 1994 – 311 с. – (Нормативный документ Госгортехнадзора Украины).
2. Бусыгин К. К. Расчет по газовому фактору нагрузки на очистной забой / К. К. Бусыгин; Д. В. Кузьмин // Уголь Украины. – 1976. – №2. – С. 42.
3. Правила безопасности в угольных шахтах: НПАОП 10.0-1.01-10. – Офиц. изд. – К.: Охорона праці, 2010. – 430 с. – (Нормативный документ Госгорпромнадзора Украины).

4. Иотенко Б. Н. О максимальной суточной нагрузке на очистной забой по газовому фактору / Б. Н. Иотенко, Р. В. Береговой // Уголь Украины. – 2014. – № 9. – С. 49.

Получено: 20.02.2014

*Викладено алгоритм виведення формул розрахунку очікуваного метановиділення для діючих шахт за лавою-аналогом і навантаження на очисний вибій за газовим фактором. Формули пройшли апробацію на шахтах України і рекомендовані для оцінки допустимого навантаження видобутку вугілля на очисний вибій за газовим фактором.*

**Ключові слова:** метановиділення, відносна, абсолютна метанообільності, лава-аналог, очисний вибій, виїмкова дільниця, призабійний, вироблений простір.

*The formula construction algorithm for calculation of expected methane emission for producing mines for analogue longwall face and mining face load due to gas content has been set out. The formulas have been tested in Ukrainian mines and are recommended for evaluation of mining face admitted charge by coal production due to gas content.*

**Keywords:** methane, relative, relative methane-bearing capacity, absolute methane-bearing capacity, analogue longwall face, mining face, working area, face space, mined out space.