

УДК [622.413.3:622.822]:51-3

П.С. Воронов, к.т.н.
А.В. Мавроди, аспирант

Государственный научно-исследовательский институт
горноспасательного дела, пожарной безопасности и гражданской
защиты «Респиратор» МЧС ДНР
г. Донецк

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЕТАНОВЫДЕЛЕНИЯ НА ВЫЕМОЧНОМ УЧАСТКЕ ПРИ ОСТАНОВКЕ СИСТЕМЫ ДЕГАЗАЦИИ

Для снижения метановыделения и обеспечения безопасности горных работ на угольных шахтах Донбасса и за рубежом широко применяются системы дегазации. Дегазация как комплекс мероприятий по извлечению метана из угольных пластов и выработанного пространства действующих угольных шахт, стала одним из основных эффективных способов борьбы с метановыделением.

С помощью дегазации из пластов-спутников и выработанного пространства на шахтах Донбасса отводится до 60 % метана, а при комплексной дегазации до 90 %. В настоящее время дегазация является одним из главных технологических процессов, обеспечивающих безопасность горных работ наравне с вентиляцией [1, 2].

Как в любом технологическом процессе, так и в системах дегазации происходят нештатные аварийные ситуации, которые приводят к ее остановке. В результате остановки системы дегазации метановыделение в выработках выемочных участков с исходящей вентиляционной струей воздуха увеличивается в 1,3 – 3 раза, а концентрация метана может превышать предельно допустимые нормы, что создает достаточные предпосылки для воспламенения или взрыва метановоздушной смеси.

Концентрация метана в исходящих вентиляционных струях выемочных участков в результате остановки системы дегазации может увеличиваться в зависимости от эффективности работы дегазации. Чем выше эффективность работающей дегазации, тем больше метана поступает в исходящую струю выемочного участка после ее остановки. Метановыделение на участке увеличивается в течении нескольких часов, и в дальнейшем стабилизируется на уровне абсолютного метановыделения выемочного участка [3-4].

Для безопасного ведения горных или аварийно-спасательных работ наибольший интерес представляет переходной газодинамический процесс изменения метановыделения на выемочном участке после остановки

системы дегазации (от момента начала роста метановыделения до его стабилизации).

На основании проведенных исследований разработана методика прогноза метановыделения на выемочном участке при остановке системы дегазации, в которой учитываются основные параметры, влияющие на изменение газовой обстановки выемочного участка. Данная методика позволяет оперативно и с высокой достоверностью в разные интервалы времени прогнозировать метановыделение на выемочном участке.

Метановыделение на выемочном участке при отключении системы дегазации $I_{\text{откл}}$, м³/мин, согласно методике, определяется по формуле:

$$I_{\text{откл}} = I_{\text{уч.н}} + k_{\text{вл}} I_{\text{д}} \left(1 - e^{-a_{\text{п}} t_{\text{откл}}} \right), \quad (1)$$

где $I_{\text{уч.н}}$ – усредненное метановыделение на выемочном участке за период не менее трех месяцев стабильной работы лавы при нормальной работе системы дегазации, м³/мин;

$k_{\text{вл}}$ – коэффициент, учитывающий влияние дегазации на увеличение расхода каптируемого метана;

$I_{\text{д}}$ – расход метана, отводимый дегазацией, м³/мин;

a – коэффициент, характеризующий интенсивность прироста метановыделения в исходящей струе выемочного участка при отключении системы дегазации;

$t_{\text{откл}}$ – время, прошедшее с момента остановки системы дегазации, ч.

В основу расчета взято усредненное значение метановыделения и других параметров ($I_{\text{уч.н}}$, $k_{\text{вл}}$, $I_{\text{д}}$) за период не менее трех месяцев стабильной работы лавы при нормальной работе системы дегазации. Эти параметры контролируется аппаратурой газового контроля и работниками участка ВТБ с записью на электронных носителях и в наряд-путевках и используется всеми шахтами при расчетах метановыделения, расхода воздуха для проветривания и параметров дегазации при разработке проектов отработки выемочных участков.

Для определения коэффициента, учитывающего влияние дегазации на увеличение расхода каптируемого метана $k_{\text{вл}}$, применяется формула:

$$k_{\text{вл}} = \frac{1,0 - k_{\text{э.д}}}{1,06 - k_{\text{э.д}}}, \quad (2)$$

где $k_{\text{э.д}}$ – коэффициент эффективности дегазации.

Основной искомой величиной при решении задачи является коэффициент, характеризующий интенсивность прироста метановыделения в исходящей вентиляционной струе выемочного участка при остановке системы дегазации $a_{\text{п}}$. Данный коэффициент зависит в первую очередь от

пути движения метановоздушной смеси, расстояния до пластов спутников и аэродинамического сопротивления, определяемого горно-геологическими параметрами выемочного участка [5].

Величина метановыделения определяется количеством, мощностью и расположением пластов-спутников. Зона разгрузки пластов-спутников определяется вынимаемой мощностью разрабатываемого пласта, с учетом присечек боковых пород, расстоянием между разрабатываемым пластом и пластами-спутниками, при котором пласти-спутники уже не отдают метан. Пласти-спутники, находящиеся в зоне посадки непосредственной кровли отдают метан в выработанное пространство и в расчетах параметров дегазации на выемочных участках не принимаются во внимание.

Коэффициент прироста метановыделения в исходящей вентиляционной струе выемочного участка при остановке системы дегазации a_{π} , определяется по формуле:

$$a_{\pi} = \frac{k_{\text{вп}} x_{\max}}{H_p} \left[\frac{m_b \sum m_i}{\sum m_i \left(1 - \frac{H_i}{H_p} \right)} \right] \quad (3)$$

где $k_{\text{вп}}$ – коэффициент, учитывающий метановыделение из выработанного пространства на выемочном участке;

x_{\max} – расстояние от очистного забоя до зоны максимальной разгрузки пластов-спутников, м;

m_b – вынимаемая мощность разрабатываемого пласта с учетом пропластков и присечек боковых пород, м;

m_i – мощность дегазируемого сближенного пласта (пласта-спутника), м;

H_i – расстояние по нормали от сближенного (пласта-спутника) до разрабатываемого пласта, м;

H_p – предельное расстояние до сближенного пласта (пласта-спутника), метановыделение из которого равно нулю, м (определяется из Руководства по проектированию вентиляции угольных шахт).

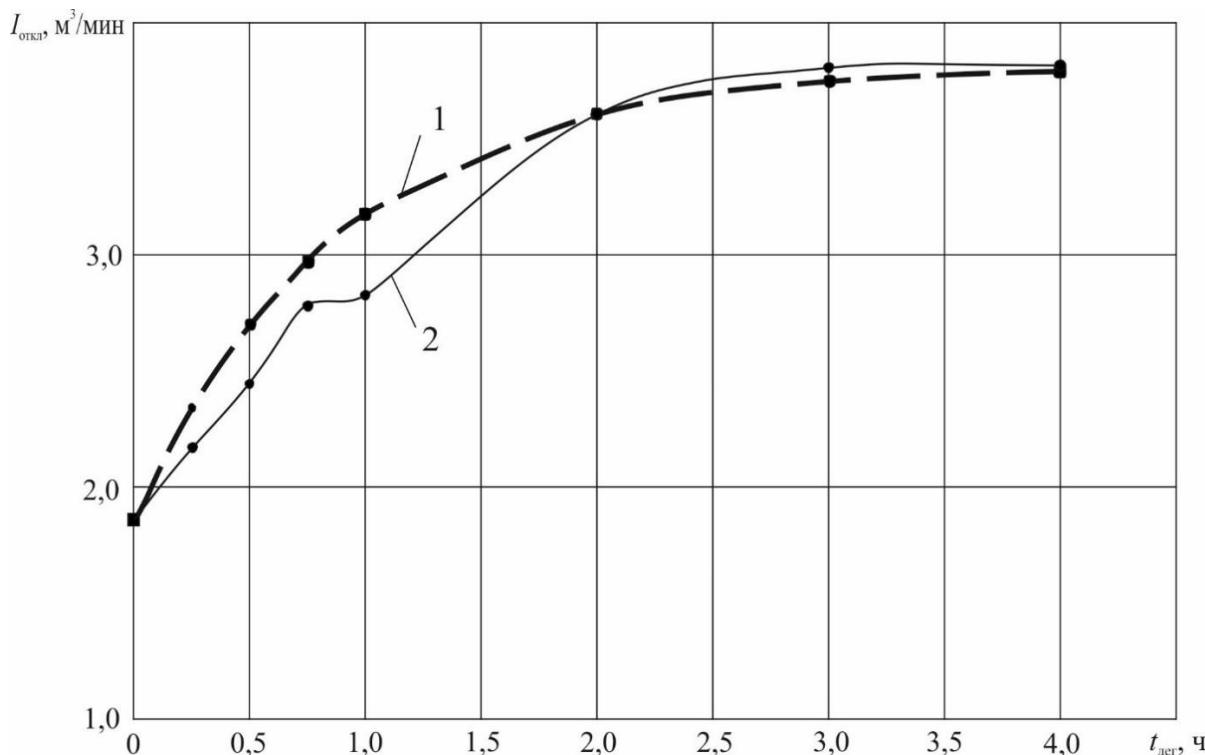
Значение расстояния от очистного забоя до зоны максимальной разгрузки пластов-спутников x_{\max} определяется по формуле:

$$x_{\max} = 8,34 + 0,87 H_i, \quad (4)$$

Для оценки разработанной методики собраны фактические данные экспериментов (14 выемочных участков) различных авторов, на шахтах Донбасса, где применялась дегазация и выполнены расчеты. Результаты расчетов дают возможность оценить интенсивность нарастания

метановыделения во времени с достаточной для практики точностью. Максимальное отклонение расчетных значений параметров от фактических по рассматриваемым участкам не превышает 12 %.

На рисунке представлены графики фактического и расчетного метановыделения на выемочном участке 3-й западной лавы шахты «Глубокая» в зависимости от времени остановки системы дегазации



1 – расчетное метановыделение; 2 – фактическое метановыделение

Рисунок – Зависимость фактического и расчетного метановыделения на выемочном участке 3-й западной лавы шахты «Глубокая» от времени остановки системы дегазации

Методика позволяет прогнозировать изменение метановыделения на выемочном участке при неработающей дегазации в разные интервалы времени, а с учетом фактического расхода воздуха выемочного участка выполнить расчеты:

- безопасного времени отключения системы дегазации;
- времени, необходимого для выполнения профилактических и аварийно-спасательных работ;
- концентрации метана в исходящей струе выемочного участка;
- расхода воздуха, необходимого для проветривания выемочного участка.

Данная методика прогнозирования метановыделения на выемочном участке при остановке системы дегазации на угольных шахтах позволяет

оперативно принимать эффективные меры, предотвращающие загазовывание выработок выемочного участка и выбирать необходимый аварийный вентиляционный режим, обеспечивающий безопасность ведения горных работ.

Результаты исследований послужат основой для разработки методических рекомендаций по выбору режимов проветривания выемочных участков при остановке систем дегазации.

Список литературы

1. Пашковский П.С., Карнаух Н.В., Мавроди А.В. Проветривание выемочных участков при отключении систем дегазации. // Научный вестник НИИГД «Респиратор»: науч.-техн. журн. – Донецк, 2017, – № 1 (54). – С. 85 – 93.
2. Пашковский П.С., Лебедев В.И. Проветривание шахт при подземных пожарах. – Донецк: Арпи, 2012. – 448 с.
3. Пашковский П.С., Иванников А.Л. Управление дегазацией на выемочных участках угольной шахты в нормальных и аварийных условиях // Горноспасательное дело, сб. науч. тр. / НИИГД «Респиратор». – Донецк, 2013, Вып. 50. – С. 16 – 25.
4. Ликвидация аварий в угольных шахтах. Теория и практика. Киев: Техника, 1999. – С. 105 – 109.
5. Кузьмин Д.В., Иотенко Б.Н., Бродский В.Ш. Изменение дебита метана на выемочных участках при отказах дегазационной системы. Сб. Вопросы вентиляции, охлаждения воздуха, борьба с пылью и контроль рудничной атмосферы в шахтах. Макеевка-Донбасс, 1981. – С. 11 – 14.