

УСТАНОВЛЕНИЕ ВЗРЫВООПАСНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОСНОВАНИИ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ДАННЫХ

**Федорченко А.А., магистрант ДонНТУ, Карпуша А.В.,
магистрант ДонНТУ, Чичикало Н.И., д.т.н., проф. ДонНТУ**

Для угольной промышленности большое социально-экономическое значение имеет организация непрерывного автоматизированного мониторинга опасности проявления газодинамических явлений (ГДЯ) и, в частности, внезапных выбросов угля и газа при подземной добыче угля. Как правило, ГДЯ приводят к взрывам метановоздушной смеси на участках оборудованных исправной и эффективной автоматической газовой защитой (АГЗ). Очевидно, что стационарные системы АГЗ не в состоянии обезопасить персонал от ГДЯ. Однако, уже на этапе планирования и строительства, перед разработкой подземных месторождений на основании маркшейдерских данных известно опасны ли разрабатываемые пласты по газодинамическим явлениям. Исходя из маркшейдерских данных проводятся мероприятия по дегазации пластов и текущему прогнозированию ГДЯ.

Имеющиеся методы текущего прогноза различных типов ГДЯ были, в основном, предложены и обоснованы несколько десятилетий назад, и основаны на использовании первичных физических величин, характеризующих разрушение газонасыщенного угольного массива: действующих механических напряжений, прочностных характеристик угля и вмещающих пород, давления газа в пласте, газоносности угля, его влажности и т.п [1]. Эти величины измерялись, так называемыми, «инструментальными» методами, заключающимися в экспресс-анализе проб газа и угля, взятых при бурении передовых разведочных скважин. Невозможность автоматизации инструментальных методов и обусловленная этим большая продолжительность и трудоемкость, а также дискретность контроля потребовали разработки методов автоматизированного мониторинга опасности проявления ГДЯ.

Очевидно, что необходим непрерывный контроль фактора развязывания ГДЯ. Отдельные методы непрерывного мониторинга: спектрально-акустический, акустической эмиссии, по температуре забоя и прочие, требуют проектирования, создания, монтажа и эксплуатации принципиально новых систем в условиях очистного забоя. В условиях Донбасса применение подобных решений затруднено по причине высокой себестоимости угля и разработки тонких и средних пластов. Так как новые системы не снизят себестоимости добычи, и размещение их в стесненных условиях очистного забоя проблематично, то их интеграция в состав современных систем автоматизации добычи угля маловероятна.

При этом, информацию о начале ГДЯ можно иметь, обрабатывая показания датчиков существующих систем. Покажем, что с помощью аппаратуры АГЗ можно контролировать газовый фактор выбросоопасности, характеризующий давление газа в пласте и его газопермеабильность. Известно [2], что давление свободного газа P , направленное в сторону горной выработки, на расстоянии x от обнаженной поверхности выработки может быть описано следующей полуэмпирической формулой:

$$P = m \sqrt{\frac{Gk_0}{B}} x e^{-\psi x} \quad (1)$$

где m – константа, характеризующая влияние на давление газа пористости угля; G – расход газа с забоя выработки, $\text{м}^3/\text{с}$; k_0 – коэффициент, характеризующий газопермеабильность пласта, м^{-3} ; $\psi = 1/x_{\text{ст}}$ – константа, определяемая расстоянием ($x_{\text{ст}}$) от забоя до участка массива, где давление газа стабилизируется, м^{-1} ;

$$B = \frac{S_3}{\eta P_{\text{ам}}} \quad (2)$$

S_3 – площадь поверхности забоя выработки, м^2 ; η – коэффициент динамической вязкости метана, $\text{Па}\cdot\text{с}$; $P_{\text{ам}}$ – давление газа на плоскости забоя, Па .

Попадая в выработку, газ смешивается с воздухом, в результате чего концентрация метана снижается. Газовыделение в выработку X_6 складывается из газовыделения с поверхности забоя, бортов выработки и отбитого угля:

$$X_6 = GS_3 + G_6 S_6 + G_{\text{о.у.}} S_{\text{о.у.}} \quad (3)$$

где G_6 и $G_{\text{о.у.}}$ – расход газа с поверхности соответственно бортов выработки и отбитого угля, $\text{м}^3/\text{с}\cdot\text{м}^2$; S_6 и $S_{\text{о.у.}}$ – соответственно, поверхность бортов выработки и отбитого угля на участке от забоя до места установки датчика метана (например, ДМТ-4) аппаратуры автоматической газовой защиты, м^2 .

Это газовыделение можно определить через текущее значение C_m концентрации метана в атмосфере выработки:

$$X_6 = \frac{Q(C_m - C_0)}{100 - (C_m - C_0)} \quad (4)$$

где Q – расход воздуха вентилятора местного проветривания (ВМП), проветривающего выработку, м³/с; C_m – текущее значение концентрации метана, замеренное датчиком метана, %; C_0 – концентрация метана в свежей струе, поступающей в выработку.

Тогда расход газа с забоя выработки:

$$G = \frac{Q(C_m - C_0 - C_\phi)}{100 - (C_m - C_0 - C_\phi)} - G_\sigma S_\sigma - G_{o.y.} S_{o.y.} \quad (5)$$

где C_ϕ – фоновая концентрация метана, замеренная до начала работы комбайна, и характеризующая газовыделение из бортов выработки и отбитого, но не отгруженного угля, %, при условии, что $C_0 = 0$ в момент замера фоновой концентрации.

Искомое давление газа на некотором «критическом» расстоянии от забоя выработки $x_{кр}$, где начинается выбросоопасная зона, определится подстановкой (5) в (1):

$$P = m \sqrt{k_0 \eta P_{ам}} \sqrt{\frac{1}{S_3} \left(\frac{Q(C_m - C_\phi)}{100 - (C_m - C_\phi)} - G_\sigma S_\sigma - G_{o.y.} S_{o.y.} \right) \cdot x_{кр} \exp(-\psi x_{кр})} \quad (6)$$

Таким образом, концентрация метана в выработке, замеренная аппаратурой контроля метана, характеризует давление свободного газа в призабойной зоне угольного пласта и его газодиффузионную способность – параметры, определяющие газовый фактор выбросоопасности.

Важно отметить, что обеспечения контроля над выбросоопасностью разрабатываемого пласта, требует наличие в системе АГЗ анализатора метана, построенного на цифровой элементной базе. Так, как их алгоритм функционирования будет заключаться в выполнении непрерывных расчетов по формуле (6). Однако, для выполнения данных функций необязательно заменять морально устаревшие, но физически не изношенные комплексы АГЗ типа «Метан» и др. Возможна установка отдельно блока контроля газового фактора ГДЯ, работающего параллельно с комплектных газоанализатором. Информация с датчиков в таком случае может считываться последовательным включением измерительных каналов данного блока в токовые петли соответствующих датчиков.

Таким образом, на основании маркшейдерских данных возможна программная или аппаратная модернизация существующих систем АГЗ, позволяющая устанавливать взрывоопасные ситуации инициируемые ГДЯ.

Литература

1. Шадрин А.В., Шадрина О.Я. Сравнительный анализ известных критериев текущего прогноза выбросоопасности угольных пластов// Информационные недра Кузбасса: Труды IV Всероссийской научно-практической конференции. - Кемерово: ООО «ИНТ», 2005. - С. 84-86.
2. Глушко В.Т. Геофизический контроль в угольных шахтах./ Глушко В. Т., Ямщиков В. С., Яланский А.А.; Киев: Наукова думка, 1978. - 224 с.