

УДК 622.831.322

А.В. ШАДРИН, начальник ЦНПиА, д.т.н. (КемГУ)  
г. Кемерово

ПАРАМЕТРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПОКАЗАТЕЛЬ  
ВЫБРОСОПАСНОСТИ СПЕКТРАЛЬНО-АКУСТИЧЕСКОГО МЕТОДА  
ТЕКУЩЕГО ПРОГНОЗА

В соответствии с пунктом 22 Правил Безопасности в угольных шахтах в последние годы в России разрабатываются и внедряются десятки многофункциональных систем безопасности шахт. В их числе системы геодинамического контроля состояния горного массива, предназначенные для прогноза газодинамических явлений: горных ударов, внезапных выбросов угля и газа и им подобных явлений.

Среди систем автоматизированного прогноза внезапных выбросов угля и газа наибольшее применение сегодня находят акустические, в частности, основанные на анализе спектрального состава шумов действующего горного оборудования, прошедших контролируемую зону горного массива (спектрально-акустический метод). Метод основан на том, что с ростом напряжений в призабойном пространстве уменьшается коэффициент затухания звуковых волн, причем на высоких частотах это уменьшение проявляется сильнее, чем на низких. Поэтому отношение амплитуд гармоник акустического сигнала, замеренных на высоких и низких частотах, с ростом напряжений также растет. Это отношение амплитуд гармоник высокочастотной и низкочастотной частей спектра сигнала, генерируемого воздействующим на забой оборудованием, и берется в качестве показателя выбросоопасности.

Однако опыт применения этого метода показал, что в настоящее время нет однозначных количественных критериев выбросоопасности. Поэтому в проекте новой «Инструкции по прогнозу динамических явлений в угольных шахтах...» предлагается пороговое значение показателя выбросоопасности первоначально определять по параметрам «шумов» работающего оборудования на участках проводимой горной выработки, для которой другими методами установлена категория «неопасно» [1]. При этом как алгоритм определения показателя выбросоопасности, (а он в различных модификациях аппаратуры разный), так и пороговое значение показателя выбросоопасности утверждаются техническим руководителем (главным инженером) угледобывающей организации по согласованию с разработчиком аппаратуры, осуществляющим научное сопровождение аппаратурой. А методики определения этих показателей нет.

Такая ситуация с перспективным методом автоматизированного текущего прогноза выбросоопасности обусловлена его недостаточным научным обоснованием, в частности, не учетом всего комплекса основных влияющих на выбросоопасность факторов и параметров горного массива.

Для устранения данного недостатка нами предложено в качестве критерия формирования выбросоопасной ситуации принять критерий развития трещин в угольном пласте под действием сил горного и газового давления. Для этого процесса установлена функциональная связь между предельным текущим значением показателем выбросоопасности (в форме отношения амплитуд акустических гармоник на высоких и низких частотах в данной зоне пласта)  $K_{np,m}$  от основных факторов выбросоопасности - напряженного состояния, газового фактора и прочности угля - в следующей форме:

$$K_{np,m} = e^{-C \left[ 2-0,1 \left( \frac{q_m}{110-q_m} \right) + \frac{\psi_{kp}}{3} D \sqrt{\frac{Q(C_m-C_\phi)}{A_i}} \right] d},$$

где:  $C$  – параметр, характеризующий акустические свойства угольного пласта во вмещающих породах;  $q_m$  – текущее значение прочности угля;  $\psi_{kp}$  – отношение коэффициентов интенсивности напряжений соответственно в точке наблюдения и вне зоны влияния выработки;  $D$  – параметр, определяемый фильтрационно-коллекторскими свойствами пласта;  $Q$  - расход воздуха ВМП, проветривающего выработку;  $C_m$  и  $C_\phi$  – соответственно текущее и фоновое значение концентрации метана в атмосфере выработки вблизи забоя;  $A_i$  – коэффициент, учитывающий степень воздействия (долю свежеобнаженной площади забоя)  $i$ -го вида оборудования (комбайн, отбойный молоток, буровой станок и диаметр коронки) на забой,  $0 < A_i < 1$ ;  $d$  – расстояние между источником шума, воздействующим на забой и приемником, установленным в борт выработки на некотором удалении от забоя.

Зависимость  $K_{np,m}$  от большого числа параметров объясняет, почему невозможно установить единое значение этой величины для всех горногеологических и горнотехнических условий. Вместе с тем полученное выражение для определения предельного значения показателя выбросоопасности позволяет учитывать газовый фактор (газоносность пласта и давление газа) через концентрацию метана, замеренную в атмосфере выработки вблизи контролируемого забоя, а также учитывать прочность угля, легко измеряемую периодически прочностномером на груди забоя. Для практического использования найденной функциональной зависимости необходимо разработать методику оценки параметров  $C$ ,  $\psi_{kp}$  и  $D$  для конкретного шахтопласта.

### Список литературы

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по прогнозу динамических явлений в угольных шахтах и мониторингу массива горных пород при отработке угольных месторождений», Проект. Москва: ИПКОН РАН. – 2015.