

УДК 678.017: 620.17

Черникова Т.М., профессор, д.т.н.
 Кузбасский государственный технический университет
 имени Т.Ф. Горбачева
 Михайлова Е.А., ведущий специалист, к. т. н.
 ОДУ Сибири
 г. Кемерово

О КОНТРОЛЕ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ПО ПАРАМЕТРАМ ЭНЕРГОВЫДЕЛЕНИЯ

Актуальность разработки методов контроля разрушения горных пород не вызывает сомнения, поскольку диагностика разрушения тесно связана с безопасностью техногенных объектов и безопасностью труда. Одним из методов контроля разрушения является метод, основанный на регистрации импульсного электромагнитного излучения (ЭМИ), возникающего при распространении трещин [1].

В работе предлагается метод разделения суперпозиции импульсов ЭМИ по энергиям, дающий возможность изучать механизм деформации и разрушения горных пород.

Поскольку энергия импульсов пропорциональна квадратам амплитуд

$$W \sim k \sum_{i=1}^n A_i^2 N_i ,$$

определяя амплитуду импульсов при равномерном нагружении образца, можно качественно оценить, на каком этапе разрушения происходит появление микродефектов, накопление которых приводит к разрушению. A_i – амплитуда зарегистрированного импульса, N_i – число импульсов данной амплитуды, k – коэффициент пропорциональности, n – количество интервалов, на которые разбивается весь измеряемый амплитудный диапазон импульсов.

В качестве количественной оценки соотношения импульсов больших и малых амплитуд использовалось выражение

$$m = \lg \frac{N_i}{\sum_{i=1}^n N_i} \left/ \lg \frac{A_i}{A_0} \right. , \quad (1)$$

где $\sum_{i=1}^n N_i$ – общее число импульсов, имеющих амплитуды, превышающие пороговую A_0 . Коэффициент m характеризует долю импульсов с определенной амплитудой A_i .

Разделив с помощью зависимости (1) все регистрируемые в ходе испытаний импульсы, можно оценить энергию каждой группы сигналов ЭМИ.

В результате проведенных исследований установлено, что энерговыделение в процессе нагружения образцов горных пород протекает по-разному.

Например, для кварцевого диорита все импульсы разделились на три группы.

1. $m < 1$ ($m = 0,35$). Импульсы несут 99,3% суммарной энергии, составляя 13,2% суперпозиции импульсов;
2. $m = 1 \div 2$, несут 0,53% суммарной энергии, составляя 56,6% суперпозиции импульсов;
3. $m > 2$, несут только 0,085% всей энергии, составляя 30% суперпозиции импульсов.

Импульсы первой группы имеют энергию на порядок больше, чем импульсы второй группы (в 20-25 раз больше) и наблюдаются при расколе образца.

Импульсы третьего типа ($m > 2$) генерируются в течение всего времени испытания образцов, хотя их активность изменяется на разных стадиях. Импульсы второго типа ($m = 1 \div 2$) появляются при деформациях $\varepsilon \approx 4\%$ и регистрируются до разрушения, хотя перед разрушением их активность несколько снижается. Самые высокоэнергетичные импульсы ($m < 1$) наблюдаются непосредственно перед разрушением и в момент раскола образцов кварцевого диорита.

Для более пластичной горной породы, мраморизованного доломита, импульсы также можно разделить на три типа. Для данной породы при разрушении выделяется 89-90% суммарной энергии ЭМИ. На менее энергетичные импульсы приходится уже большая часть энергии (по сравнению с кварцевым диоритом) $\sim 9 \div 10\%$.

Импульсы третьего типа ($m > 2$) наблюдаются в процессе всего нагружения. Импульсы второго типа имеют максимумы при деформациях $\varepsilon = 0,5\%$ и $\varepsilon = 5\%$. Самые высокоэнергетичные импульсы ($m < 1$) также наблюдаются перед разрушением и в момент разрушения образца. Эти импульсы несут 89,4% суммарной энергии ЭМИ, составляя всего 2,9% всей суперпозиции импульсов.

Изучение распределения импульсов по энергиям на разных стадиях нагружения позволяет получить полезную информацию о кинетике

микроразрушений. Уменьшение коэффициента m свидетельствует об увеличении доли импульсов с большой амплитудой, следовательно, большой энергией, что соответствует появлению макродефектов.

Таким образом, контролируя параметр m можно оценивать не только качественно, но и количественно стадию разрушения горных пород. Проведенные исследования способствуют разработке методов контроля разрушения материалов и, следовательно, обеспечению безопасности условий труда.

Список литературы

1. Черникова, Т.М. Метод контроля разрушения композиционных материалов на основе анализа электромагнитного излучения // Т.М. Черникова, В.В. Иванов // Естественные и технические науки.– 2012.– № 6. – С.365-369.