

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ С МАЛЫМ ОТНОШЕНИЕМ СИГНАЛ-ШУМ

Аглетдинов Э.А., Виноградов А.Ю., Мерсон Д.Л.

Тольяттинский государственный университет, Россия, г. Тольятти,
aeinar7@gmail.com

Метод акустической эмиссии (АЭ) является мощным инструментом, позволяющим отслеживать эволюцию развития пластической деформации в материале. Дискретный сигнал электрического напряжения, полученный после регистрации упругих волн пьезопреобразователем, называют сигналом акустической эмиссии. На практике для исследования интегральной эволюции процессов пластической деформации используется ряд непрерывных характеристик, таких как энергия АЭ, мощность, медианная частота и др. Более детализированную оценку дают дискретные параметры АЭ, которые рассчитываются для отдельных событий. В связи с этим возникает задача детектирования событий.

Для детектирования во всем современном АЭ-оборудовании используется пороговый метод. Главным минусом этого метода является существенная потеря информации при низком отношении сигнал-шум, так как в этом случае необходимо устанавливать высокое значение порога для избежание ложных срабатываний.

Нашей лабораторией был разработан и успешно применен новый метод детектирования (метод ϕ -параметра), основанный на локальном анализе функции спектральной плотности мощности случайных сигналов АЭ [1], [2]. Он позволяет выявлять сегменты сигнала, статистически отличающиеся от фонового шума. Подробное описание алгоритма дано в работе [3].

В настоящей работе было проведено сравнение предлагаемого метода детектирования с классическим пороговым методом, а также с популярным в сейсмологии методом отношения усредненного значения в коротком и длинном окнах (STA/LTA) [4].

Для этого был сгенерирован искусственный сигнал АЭ, состоящий из восьми реальных событий, происходящих через 5 мс каждое. Эти события были вручную вырезаны из реального сигнала АЭ, полученного при испытании на растяжение чистого отожжённого поликристаллического железа.

Для имитации пяти различных уровней зашумленности полезных данных к искусственному сигналу был добавлен соответствующим образом нормированный белый шум с нулевым средним и единичным стандартным отклонением.

Было выявлено, что при слабой зашумленности полезных сигналов все три метода отлично справляются с детектированием. Однако, пороговый метод и метод STA/LTA уже на третьем уровне зашумленности упускают наиболее слабые события (с отношением сигнал шум -18 дБ и менее), в то время как метод ϕ -параметра детектирует все события. При максимальном уровне шума первые два метода детектируют только самый высокоамплитудный всплеск, упуская все оставшиеся события, в то время как метод ϕ -параметра способен выделять совершенно не различимые на глаз полезные сигналы (рисунок 1).

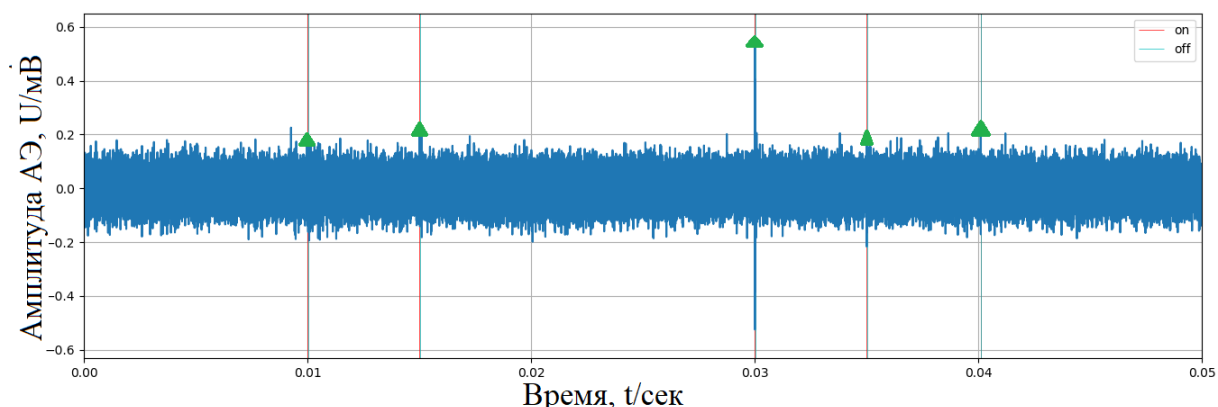


Рисунок 1 - Результаты детектирования полезных сигналов при максимальном уровне зашумления методом ф-параметра. Треугольниками выделены амплитуды обнаруженных событий АЭ. Вертикальные линии обозначают времена событий. Всего задетектировано 5 из 8 событий, в то время, как остальные методы в этом случае регистрируют только самый высокоамплитудный сигнал.

В результате работы было показано, что метод ф-параметра является более эффективным, чем классические методы детектирования сигналов АЭ. Полнота получаемой из сигналов информации и более высокая точность определения времен и амплитуд событий открывает новые перспективы в использовании метода АЭ для фундаментальных исследований процессов пластической деформации.

Настоящая работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и образования РФ в рамках проекта по Госзаданию 11.5281.2017/8.9

Литература

1. Vinogradov, A.; Ueno, H. Method of signal detection JP,4754651,B, 2009.
2. E. Agletdinov, , E. Pomponi, , D. Merson, , A. Vinogradov, A novel Bayesian approach to acoustic emission data/ Ultrasonics, Volume 72, December 2016 , P 89-94.
3. Аглетдинов Э.А, Виноградов А.Ю., Метод определения сейсмических событий малых магнитуд в случайном временном ряду // Журнал "Вектор науки Тольяттинского Государственного Университета" – 2013. – №3(25) – С. 23-27.
4. Trnkoczy, A. Understanding and parameter setting of STA/LTA trigger algorithm - In: Bormann, P. (Ed.), New Manual of Seismological Observatory Practice, 2009, 1-20.