

О СРАВНЕНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ СИГНАЛОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ, РЕГИСТРИРУЕМЫХ ПРИ ИНДЕНТИРОВАНИИ РАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Волков А.Е., Черняева Е.В.

СПбГУ, Санкт-Петербург

a.volkov@spbu.ru

Исследование спектров сигналов акустической эмиссии (АЭ) при индентировании образцов дает информацию об условиях, которые характеризуют имеющиеся в материале ансамбли дефектов. Исходный спектр сигнала искажается из-за наличия шумов, а также при его отражении от внешних поверхностей образца, при регистрации датчиком и усилении аналогового сигнала. Однако, если все эти искажения имеют линейный характер, то можно получить не зависящую от условий распространения и регистрации сигнала сравнительную диаграмму истинных спектров двух разных сигналов.

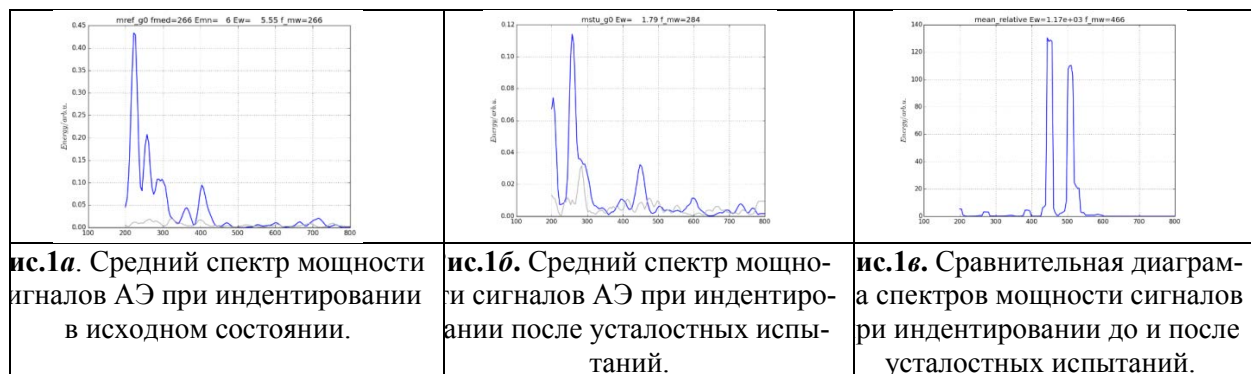
Пусть $f(t)$ – зависимость от времени напряжения в зоне локализованного деформационного процесса, происходящего вследствие индентирования и порождающего сигнал АЭ, а $x(t)$ – зарегистрированный сигнал. Тогда, если функции $x(t)$ и $f(t)$ связаны уравнением $Lx = f$, где L – линейный дифференциальный оператор с постоянными коэффициентами, то Фурье-образы $X(\omega)$ и $F(\omega)$ функций $x(t)$ и $f(t)$ связаны алгебраическим уравнением $X = GF$, где $G(\omega)$ – передаточная функция. Пусть исходный сигнал содержит собственно сигнал $x_{\text{сигнал}}(t)$ и шум $x_{\text{шум}}(t)$, то есть $x(t) = x_{\text{сигнал}}(t) + x_{\text{шум}}(t)$. Переходя к Фурье-образам запишем:

$$X_{\text{сигнал}} = X - X_{\text{шум}}, \quad \text{откуда} \quad F_{\text{сигнал}} = (X - X_{\text{шум}})/G.$$

Такие соотношения можно записать для двух разных сигналов, один из которых получен, например, при индентировании исходного, а другой упрочненного образца. Тогда, разделив одно из них на другое, исключим зависящую от датчика передаточную функцию и получим сравнительную диаграмму спектров этих сигналов:

$$F_{\text{сигнал}2} / F_{\text{сигнал}1} = (X_2 - X_{\text{шум}2}) / (X_1 - X_{\text{шум}1}).$$

Заметим, что аналогичный способ исключения передаточной функции был предложен в работах [1,2], в которых для анализа зависящей от времени АЭ берется логарифмическая производная от сигнала $x(t)$. В настоящей работе сравнительная диаграмма (рис.1в) спектров была построена для сигналов, полученных на образцах FeMn до (рис.1а) и после (рис.1б) разрушения в ходе усталостных испытаний.



1. Метод определения сейсмических событий малых магнитуд в случайном временном ряду. Аглетдинов Э.А., Виноградов А.Ю. // Вектор науки Тольяттинского государственного университета, 2013, №3(25), С. 23-27.
2. A Novel Bayesian Approach to Acoustic Emission Data Analysis, E.Agletdinov, E.Pomponi, D. Merson, A. Vinogradov. Ultrasonics - 2016. - Vol. 72. - P. 89-94 <https://doi.org/10.1016/j.ultras.2016.07.014>