

Н. Е. К а з а ч е к (Ниžний Новгород, Научно-исследовательский ун-т, ННГУ им. Н. И. Лобачевского). **Роль стохастического резонанса в прогнозировании разрушений производственных объектов методом акустической эмиссии.**

Известно, что метод акустической эмиссии (АЭ) позволяет выявить основные механизмы разрушения опасных производственных объектов; образование трещин, протечку продукта, коррозионное повреждение, повреждение агрессивными средами. Метод АЭ является одним из методов неразрушающего контроля (НК). Метод АЭ в автоматическом режиме осуществляет измерение и обработку акустических сигналов. В основе предлагаемого метода лежит возможность классифицировать дефекты не по размерам, а по степени их опасности. При этом некоторые дефекты, которые превышают браковочный уровень при использовании традиционных методов НК, могут попасть в класс не опасных, не требующих ремонта элементов конструкции. АЭ в этих случаях сигнализирует о развитии нежелательных процессов. Метод АЭ обладает высокой чувствительностью к растущим дефектам — позволяет выявить в рабочих условиях приращения трещин порядка долей миллиметра [1]. Однако быстрое затухание сигнала АЭ, высокий уровень шумов от нагрузки или других опасных факторов может привести к завышению параметров регистрируемых АЭ сигналов и, следовательно, необоснованной отбраковке диагностируемого объекта, что затрудняет широкое практическое использование этого метода [2]. Кроме того, метод АЭ имеет ограничения в применении: сложность выделения сигнала, высокая стоимость аппаратуры, дискриминация локализации и многое другое [1]. Спектрограммы АЭ диагностики газопровода представлены в работе [1].

В последние годы появились публикации о стохастическом резонансе [3–5]. Множество экспериментальных фактов указывает на то, что источники шума могут не только мешать работе нелинейных устройств и которые в методах АЭ необходимо если не устранить, то хотя бы уменьшить их влияние, а, наоборот, существенно увеличить чувствительность систем к слабым внешним воздействиям и индуцировать некоторые режимы, которые при отсутствии шума нереализуемы. Среди явлений, характеризующихся конструктивной ролью шума, можно выделить стохастический резонанс. Стохастический резонанс — это кооперативный эффект в нелинейных системах при котором энергия шума, распределенная по широкому спектру, перекачивается в выходную энергию на частоте входного сигнала. При этом амплитуда отклика системы описывается функцией резонансного типа, в которой аргументом является уровень шума. Стохастический резонанс представляет возможность усиливать за счет шума сигналы с амплитудой существенно меньше его интенсивности. Явление стохастического резонанса впервые экспериментально наблюдалось в электронной цепи (триггер Шмитта). Нами изучалась зависимость частоты переключений триггера от интенсивности внешнего шума для трех различных значений амплитуды входного сигнала. Вначале сигнал был слабый. Он не оказывал существенного влияния на экспоненциальную зависимость средней частоты срабатывания триггера от интенсивности шума. С ростом амплитуды подпорогового сигнала эта зависимость качественно менялась: появилась полоса значений уровня шума, в которой средняя частота переключений

практически оставалась постоянной и очень близкой к частоте внешнего сигнала. Это и есть та область, где имеет место эффект захвата частоты, т. е. внешний периодический сигнал в определенном диапазоне интенсивностей синхронизует стохастическую динамику процесса [6]. В работе [7] показано, что причиной стохастического резонанса является изменение вследствие шума эффективных параметров системы, а именно, упругости и коэффициента затухания по отношению к реакции на входной сигнал.

В связи с ранее сказанным обратимся к докладу [8], где были представлены спектрограммы вибраций рессор и результаты их анализа. с помощью спектрального анализа. Были получены оценки спектров мощности колебаний рессор в течение одной установки рессоры на стенде в разные моменты времени (от постановки на стенд и до разрушения). Проанализировано 120 спектрограмм. Частота собственных колебаний рессор лежат в интервале 20–5000 Гц. Отмечен эффект концентрации спектра мощности вибраций в низкочастотной части спектра, степень которой зависит от наработки рессоры при испытаниях на усталость. А именно, концентрация спектров мощности вибраций происходит в низкочастотной области спектра. В спектрограммах работы [1], где исключается влияние помех, подобная картина не наблюдается.

Представляется, возможность предположить, что концентрация спектров мощности вибраций получена под влиянием помех (белого шума). Предположительно наличие белого шума представляется возможным использовать в методах АЭ, а не избавляться от него, что приведет к упрощению самих измерений. Необходимо для этого разработать вычислительную методику для обработки сигналов, которая будет включать в себя математический аппарат стохастического резонанса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Казачек Н. Е., Казачек С. В.* Кластеризация данных акустической эмиссии в прогнозировании разрушений на трубопроводе газа. — Обозрение прикл. и промышл. матем., 2015, т. 22, в. 5, с. 585.
2. *Степанова Л. Н., Бобров А. Л.* Исследование основных параметров сигналов акустической эмиссии при статических и циклических испытаниях образцов из стали 20ГЛ. — Деформация и разрушение материалов, 2014, №6, с. 41–45.
3. *McDonnell M. D., Stocks N. G., Pearce Ch. E. M., Abbott D.* Stochastic Resonance: From Suprathreshold Stochastic Resonance to Stochastic Signal Quantization. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2008.
4. *Jung P.* Phys. Rep., 1993, v. 234, p. 175.
5. *Wiesenfeld K., Moss F.* Nature, 1995, v. 373, p. 33.
6. *Fauve S., Heslot F.* Phys. Lett. A., 1983, v. 97, p. 5.
7. *Ланда П. С., Трубецков Д. И., Гусев В. А.* УФН 2009, т. 179, с. 255.
8. *Казачек Н. Е.* Стохастические методы в моделировании подвески легкового автомобиля. — Обозрение прикл. и промышл. матем., 1998, т. 5, в. 2, с. 222.