

УДК 621.833:517.443

ВРЕМЯ-ЧАСТОТНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ВИБРОСИГНАЛА  
ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ УДАРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ  
В ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧАХ

Д. В. ОМЕСЬ

Учреждение образования  
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Брест, Беларусь

Вращающиеся узлы машин, такие как редукторы, передаточные механизмы, подшипниковые узлы и пр., подвержены быстрому износу и поломкам в силу высоких нагрузок и скоростей. Наличие периодически повторяющихся ударных импульсов повышенной амплитуды в вибросигнале свидетельствует об ухудшении технического состояния механической системы, как правило это уже имеющийся в исследуемой системе дефект.

Ударные импульсы, присутствующие в вибрационном сигнале зубчатых механизмов, характеризуются рядом параметров, таких как момент возникновения, декремент затухания, начальная амплитуда и частота повторения. Приведенные параметры являются диагностическими признаками, отражающими техническое состояние механической системы, и могут быть использованы при решении задач выявления и классификации дефектов зубчатых колес многовальных зубчатых приводов.

В настоящее время накоплен достаточно существенный набор методов эффективной виброакустической диагностики и анализа элементов механических зубчатых приводов. Они основаны на Фурье-преобразовании, дают обобщенную картину виброактивности исследуемой системы и позволяют в ряде случаев успешно выявить и локализовать дефект.

Однако в реальных условиях эксплуатации механизмов, когда режимы их работы непостоянны, чувствительность и достоверность этих методов снижается. В последнее время при исследовании виброактивности зубчатых передач активно развивается метод время-частотного преобразования виброакустического сигнала, основанный на использовании вейвлетов.

Вейвлеты и основанные на них интегральные вейвлет-преобразования были предложены в начале 90-х гг. прошлого века и в последующее время интенсивно развивались. Благодаря прекрасному представлению локальных особенностей сигналов, принципиально отсутствующих у рядов Фурье, вейвлеты нашли практическое применение для анализа тонких особенностей сложных нестационарных сигналов, возбуждаемых при работе многовальных зубчатых приводов.

Сигнал, возникающий от соударений зубьев колес, имеет во временной области характерную форму резко возникающего импульса с быстрым экспоненциальным затуханием. Параметры этого импульса тесно

взаимосвязаны с состоянием зубьев колес, поэтому они используются в качестве диагностического признака для оценки технического состояния зубчатых передач.

Важным правилом при вейвлетном анализе вибросигналов является то, что вид вейвлета должен быть максимально подобен форме ударного импульса. Кроме того, вейвлетная функция должна иметь узкий частотный образ, т.е. содержать выраженную центральную частоту для обеспечения избирательности в частотной области.

Результаты натурального эксперимента на реальном многовальном зубчатом приводе с последующим вейвлет-преобразованием вибросигналов показали взаимосвязь вейвлетных коэффициентов и степени развития локального дефекта одного из колес привода (рис. 1).

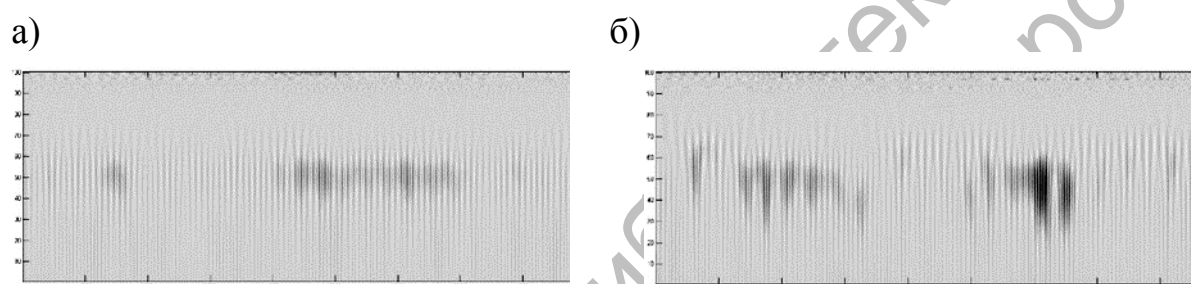


Рис. 1. Скалограммы вибросигнала исправного зубчатого привода (а) и привода с поврежденным зубчатым колесом (б)

Принимая во внимание, что экспериментальное зубчатое колесо в исходном состоянии имеет и другие технологические погрешности в пределах своей степени точности, не обеспечивающие идеальные условия пересопрежения каждой пары зубьев, на рис. 1, а видна некоторая неравномерность сигнала. Однако максимальные значения вейвлет-коэффициентов в этом случае ниже, поскольку на вибросигнал не накладываются дополнительные динамические воздействия от смоделированных локальных дефектов.

Проведенные исследования доказывают информативность вейвлет-коэффициентов при диагностике зубчатых передач, позволяют получить количественную оценку степени повреждения. Своеобразие графического и аналитического представления вейвлет-преобразований вибросигналов позволяет исследователям самостоятельно разрабатывать методики анализа результатов анализа.