

Итак, инновационное развитие ресурсосберегающих технологий становится основой региональной и национальной политики, поскольку в процессе их функционирования разрабатываются и обосновываются предложения о приоритетах развития государства на всех уровнях.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рудь, В.Д. Дослідження процесів подрібнення металевих порошків / В.Д. Рудь, Т.Н. Гальчук // Наукові нотатки. – 2009. – Вип. 25. – С. 306-310.
2. Рудь, В.Д. Использование отходов подшипникового производства в порошковой металлургии / В.Д. Рудь, Т.Н. Гальчук, О.Ю. Повстяной // Порошковая металлургия. – 2005. – № 1/2. – С. 106-112.
3. Рудь, В.Д. Вплив технології синтезу на структуру та властивості спеченого композиту системи Ti-Fe-C / В.Д. Рудь, Л.М. Самчук // Вісник НТУ України "КПІ". Серія машинобудування. – № 64. – С. 239-244.

УДК 517.444:534.232

ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗ СИГНАЛОВ В ВИБРОАКУСТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ ЗУБЧАТЫХ ПРИВОДОВ

Омель Д.В., Драган А.В.

Брестский государственный технический университет,
Брест, Республика Беларусь

Виброакустические колебания, возбуждаемые зубчатыми парами, отличаются высокими частотами, малыми амплитудами смещения и значительными ускорениями. Виброакустический сигнал имеет сложную структуру, содержит полезную составляющую и помеху, которая препятствует точной расшифровке информации, содержащейся в сигнале. Так, исходным сигналом является короткий импульс, вырабатываемый в зубчатой паре при соударении, между тем, датчик воспринимает не этот сигнал, а затухающее колебание. Поэтому при разработке системы диагностики стоит выбирать такой способ обработки сигнала, при котором влияние помех минимизируется [1].

Спектральный анализ – один из наиболее распространенных классических методов обработки виброакустических сигналов, который позволяет охарактеризовать частотный состав измеряемого сигнала, однако не дает представления о локальных свойствах сигнала при быстрых временных изменениях его спектрального состава, так как лишен возможности получения информации о том, какие частоты присутствуют в сигнале в данный момент времени. Эти серьезные ограничения преодолеваются за счет специального аппарата представления произвольных сигналов на основе нового математического базиса – вейвлетов [2].

Дискретное и непрерывное вейвлет-преобразование нашло широкое применение в обработке виброакустических сигналов. В частности, вейвлет-анализ дает уникальные возможности распознавать локальные и «тонкие» особенности сигнала. Выбор конкретного вейвлета целиком зависит от характера поставленной задачи и от конкретного анализируемого сигнала. Получаемая в результате

преобразования сигнала вейвлет-спектрограмма открывает новые возможности в интерпретации локальных особенностей сигнала [3]. Однако не следует пренебрегать классическими методами спектрального анализа сигналов, которые дают обобщенную картину виброактивности исследуемой системы и позволяют локализовать дефект.

Ниже приведены результаты вейвлет-анализа виброакустического сигнала, измеренного при работе коробки скоростей универсального токарного станка СН-401/501. Предварительно измерялась виброактивность исправного привода. Затем на один из валов устанавливалось зубчатое колесо с частичным сколом одного зуба (величина скола составляла 25, 50, 75%), и повторялись измерения. В среде MATLAB выполнялось непрерывное и дискретное вейвлет-преобразование измеренного вибросигнала. Преобразование производилось с помощью вейвлета Морле.

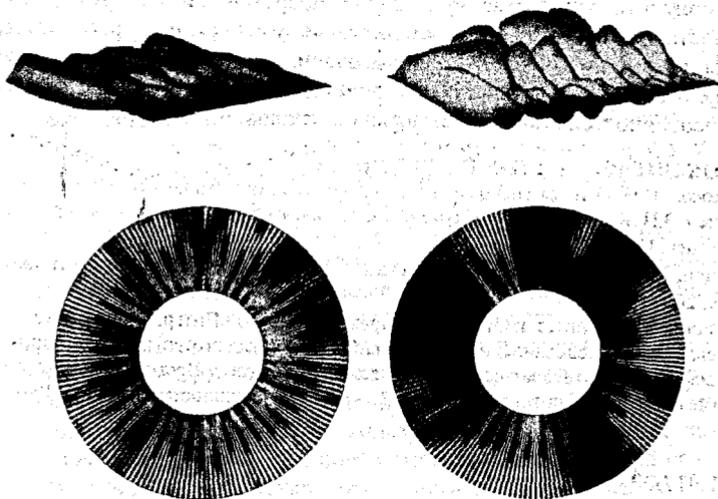


Рисунок 1 – трёхмерные и круговые графики вейвлет-коэффициентов: слева – исправный привод; справа – привод с поврежденным колесом (скол зуба)

На рис.1 показаны графики полученных вейвлет-коэффициентов. Можно отметить, что равномерность вейвлет-спектрограммы при исправном зубчатом колесе сменилась неравномерностью при появлении скола одного зуба. Также значительно возросли вейвлетные коэффициенты практически для всех временных масштабов, что подтверждает теорию удара, согласно которой, ударный импульс формирует широкополосные затухающие колебания.

Для количественной оценки изменений вибросигнала использовались статистические характеристики детализирующих вейвлет-коэффициентов, полученных при дискретном преобразовании синхронного сигнала (табл.1), которые обладают диагностической значимостью при выявлении повреждений зубчатых колес.

Таблица 1 – Стандартные отклонения детализирующих вейвлет-коэффициентов

Степень повреждения, %	Среднеквадратичное отклонение	
00	2,43	
25	7,67	
50	7,51	
75	8,11	

Среднеквадратичное отклонение моментально «реагирует» на зарождение дефекта, так как происходит перераспределение вибрационной энергии на спектре, а также позволяет локализовать дефект. Полученный результат по характеру изменения диагностического признака сопоставим с ранее проводимыми исследованиями глубины модуляции вибросигнала [4].

Проведенные исследования доказывают информативность вейвлет-коэффициентов при диагностике эксплуатационных дефектов зубчатых передач, позволяют получить количественную оценку повреждения и снизить субъективность в постановке диагноза. Современные системы компьютерной математики снабжены функциями вейвлет-преобразования и содержат большой аппарат вейвлетов, а также позволяют проектировать собственные вейвлеты для исследования особенностей виброакустических сигналов.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Костоков, В.Н. Основы виброакустической диагностики машинного оборудования: учебное пособие / В.Н. Костоков, А.П. Науменко, С.Н. Бойченко, Е.В. Тарасов; под ред. В.Н. Костокова. – Омск: НПЦ «Динамика», 2007. – 286 с.
2. Добеши, И. Десять лекций по вейвлетам. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 464 с.
3. Дьяконов, В.П. Вейвлеты. От теории к практике. – СПб.: Питер, 2008. – 440 с.
4. Омесь, Д.В. Исследование модуляции виброакустического сигнала при зарождении и развитии дефекта зубчатого колеса / Д.В. Омесь, А.В. Драган // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2013. – №4(82): Машиностроение. – С. 39-43.

УДК 621.91.002

ОБОСНОВАНИЕ ТОЧНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЗАМЫКАЮЩИХ ЗВЕНЬЕВ СБОРОЧНЫХ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ КОМПЕНСАТОРАМИ – ЧЛЕНАМИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО РЯДА

Медведев О.А.

Брестский государственный технический университет,
Брест, Республика Беларусь

Метод регулирования широко используется для достижения высокой точности замыкающих звеньев длинных конструкторских сборочных размерных цепей машин в серийном и массовом производстве. Однако его применение при неточных составляющих звеньях и точном замыкающем звене приводит к большим затратам на изготовление большого числа компенсаторов. Известен способ уменьшения требуемого количества компенсаторов в комплекте на одно