

УДК 621.43 + 534.1:534.6

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРЕЩИН ПРИ ПОМОЩИ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА ВИБРОСИГНАЛА

А.М. Захезин, П.Ю. Воителев

На основе частотно-временного анализа вибрационного сигнала показан эффективный метод определения развивающейся трещины сварной конструкции.

Ключевые слова: Фурье-анализ; вейвлет-анализ; частотный анализ; вибродиагностика; собственные частоты; скалограмма.

Широкое распространение для вибродиагностики дефектов различных машиностроительных конструкций получили методы анализа их вибраций по спектрам мощности.

Реальная оценка дефектов возможна в том случае, когда дефект разовьется до такой степени, что его мощность будет соизмерима с мощностью четко диагностируемых пиков в спектре. В статье показано на примере виброзащитного кресла автомобиля (рис. 1) метод определения зарождающихся трещин в его сварной конструкции. Сущность рассматриваемого в данной работе метода определения дефекта состоит в сравнении детерминированных характеристик случайного процесса вибросигнала, полученных при помощи Фурье и вейвлет-анализа. С использованием многоканального синхронного регистратора и программных средств «Атлант» выполнены следующие операции: произведена регистрация вибрационного сигнала по каналам 1, 2, 3 и преобразование в цифровой код на заданном временном интервале с выбранным интервалом дискретизации.



Рис. 1. Расположение акселерометров на металлической раме виброзащитного кресла

Моделирование повреждений элементов металлической рамы выполняется при помощи увеличения участка повреждения сварного шва конусной части виброзащитного кресла по каналу 1–10 %, каналу 2–15 %, каналу 3–20 %. Экспериментальные измерения параметров вибрации проводились с помощью аппаратуры фирмы «Брюль и Кьер» акселерометров 4370, предусилителей 2635.

На (рис. 2, 3) показаны спектры мощности в двух эксплуатационных режимах при помощи Фурье-анализа. Сравнение характеристик сигналов этих спектров по коэффициенту корреляции показало, что эти критерии не применимы для ранней диагностики смоделированных трещин по спектрам мощности. На (рис. 2, 3) видно, что малые трещины не влияют на собственные частоты и на первые основные формы в структуре.

На полученных спектрах хорошо заметны характерные частоты. Оказалось успешным связать одновременное получение сигналов как во временной, так и в частотной области для обнаружения дефекта металлической рамы. Предварительный анализ результатов Фурье-преобразования позволяет обоснованно выбрать длину реализации вибросигнала, ширину полосы частот, вид вейвлета и центральную частоту вейвлет-преобразования.

Чрезмерное увеличение частоты дискретизации нежелательно, так как приведет к большому объему выборки экспериментальных данных и многократно увеличит трудоемкость расчетов с использованием вейвлет-преобразования.

На (рис. 4) показаны результаты вейвлет-анализа этих же сигналов (рис. 3), где видно, что основные гармоники остаются устойчивыми на протяжении всего временного промежутка. В зависимости от длины трещины у нас появляются гармоники высших порядков, амплитуда которых изменяется с течением времени.

Результат непрерывного вейвлет-анализа оценивается вейвлет-спектром (скалограммой). Таким образом, мы получаем распределение энергии сигнала по масштабам. При построении скалограммы, точки на плоскости параметров (**а**, **в**) отображают в зависимости от величины коэффициентов цветом различной интенсивности. На представленных скалограммах по горизонтальной оси отложены величины сдвига вейвлет-функции – **а**, по вертикальной – масштаб – **в**. Черный цвет соответствует минимальному значению, которое принимают вейвлет-коэффициенты, серый – максимальному.

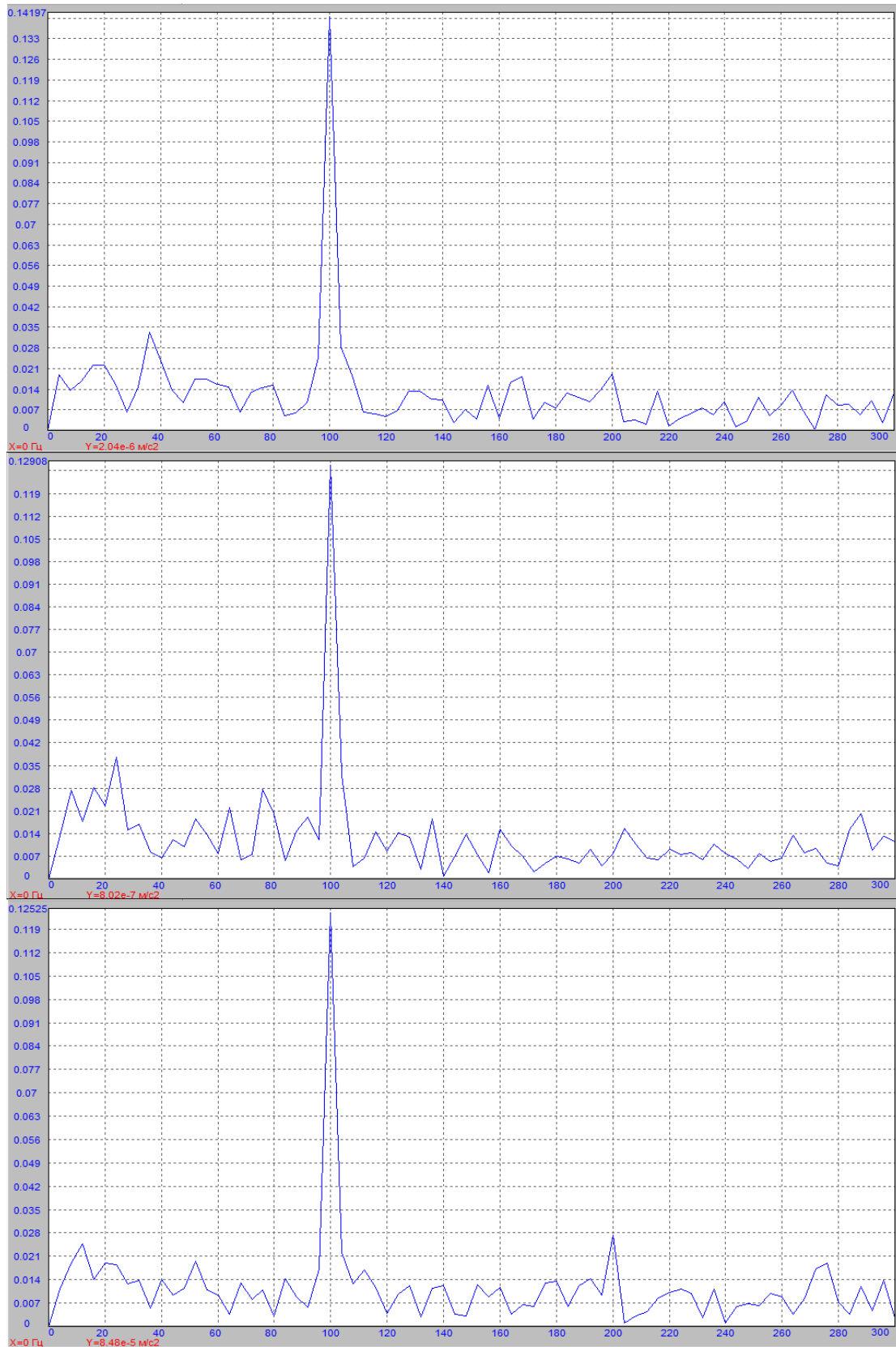


Рис. 2. Спектры мощности по каналам 1, 2, 3 в первом эксплуатационном режиме

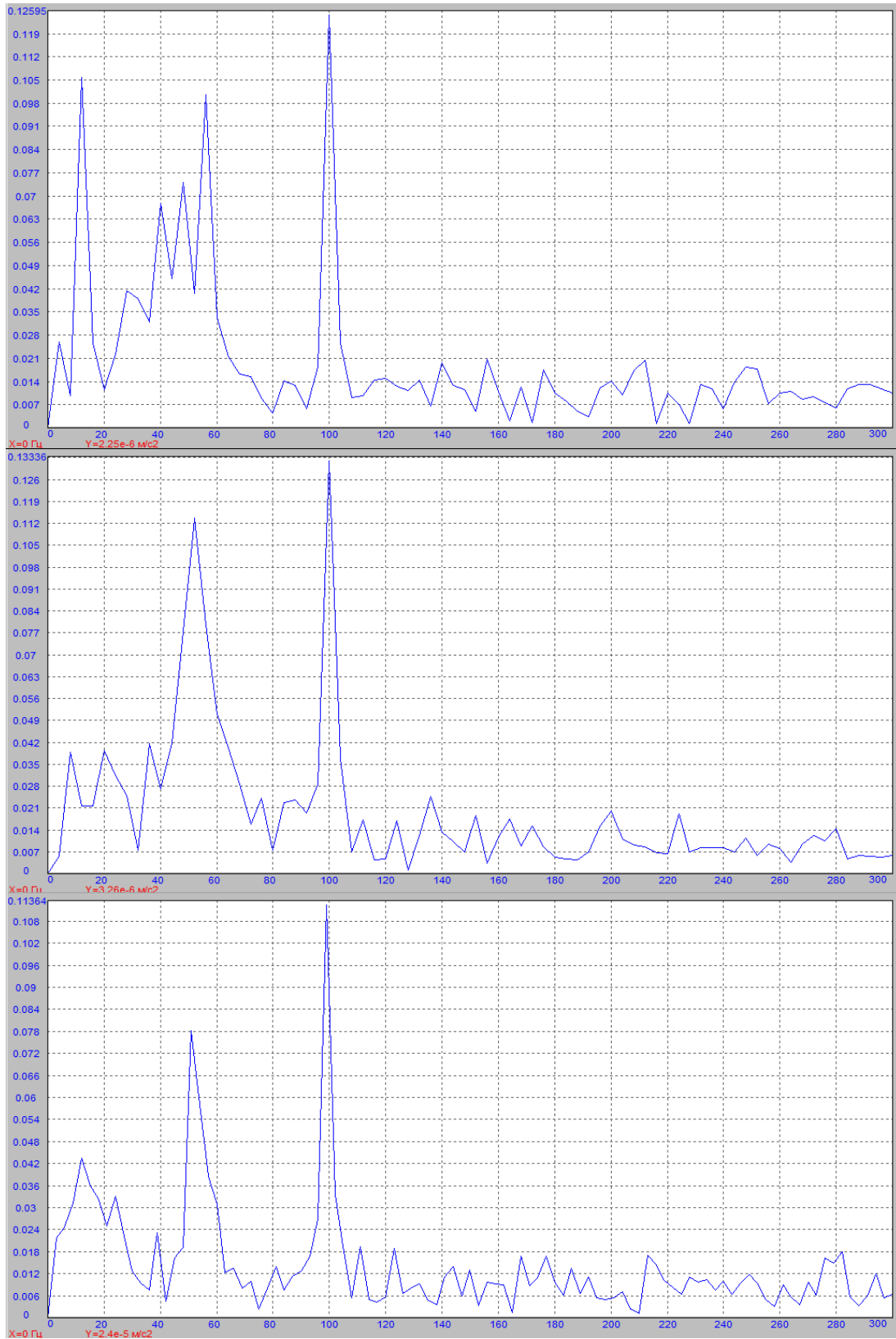


Рис. 3. Спектры мощности по каналам 1, 2, 3 во втором эксплуатационном режиме

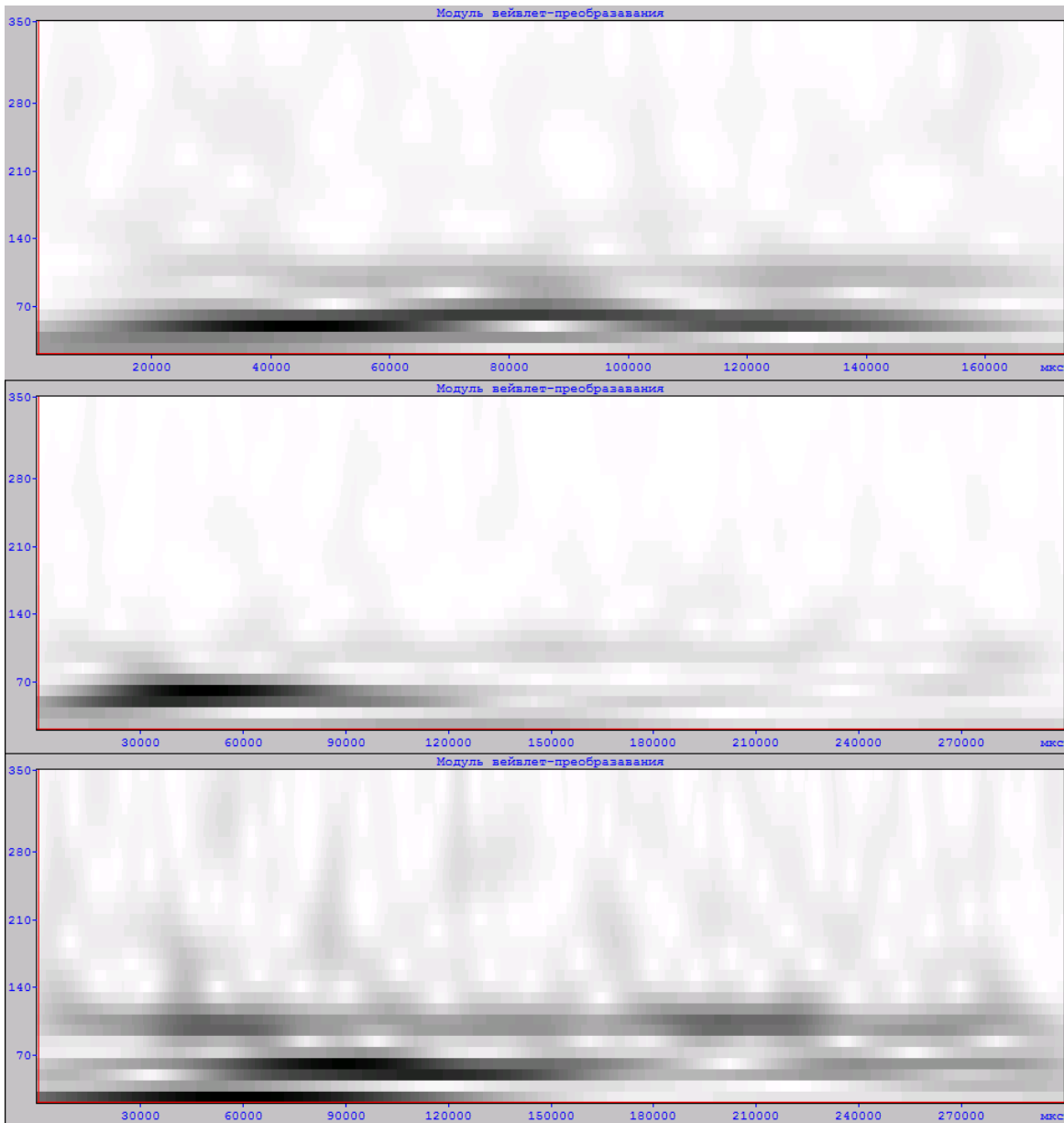


Рис. 4. Модули вейвлет-преобразования по каналам 1, 2, 3

Максимумы выделенных скелетонных линий будут определять временные сдвиги по которым реализуются резонансные колебания по той или иной гармонике. Имеющиеся гребни позволяют определить зависимость мгновенной частоты каждой гармоники от времени (рис. 5). При выделении гребней лучше использовать амплитудный метод. Изображение вейвлет-спектров достаточно ясно выделяет наличие разномасштабной периодичности, содержащейся в анализируемых зависимостях. При этом ясно показано наличие появившихся частотных составляющих, которые не соответствуют собственным частотам рассматриваемого виброзащитного кресла (рис. 4).

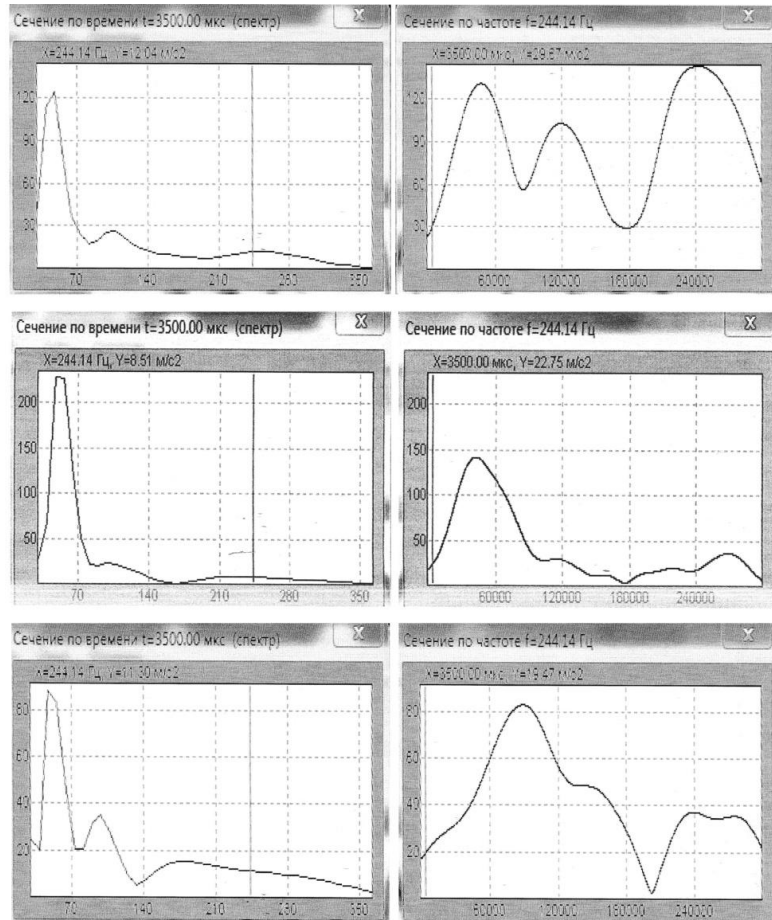


Рис. 5. Вейвлет-анализ вибросигнала по каналам 1, 2, 3

Таким образом Фурье и вейвлет спектрограммы дополняют друг друга, первая обнаруживает в анализируемых сигналах гармонические компоненты, а вторая позволяет локализовать гармоники по времени.

Применение предлагаемого метода на практике позволяет сократить время обследования за счет предварительного определения мест, на которые необходимо обратить особое внимание.

Библиографический список

1. Захезин, А.М. Метод неразрушающего контроля для определения зарождающихся дефектов при помощи Фурье и Вейвлет-анализа вибрационного сигнала / А.М. Захезин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и Архитектура». – 2013. – Т. 13. – № 2 – С. 28–34.
2. Захезин, А.М. Выбор параметров виброзащиты операторов крана / А.М. Захезин и др. // Вибрационная техника. – М.: МДНТП им. Дзержинского, 1988. – С. 133–137.

[К содержанию](#)