

УДК 620.179.18

## ОСОБЕННОСТИ ВЫЯВЛЕНИЯ ТРЕЩИН В ПОДШИПНИКАХ КАЧЕНИЯ МЕТОДОМ ОГИБАЮЩЕЙ

Десятников В.Е.

АО «Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И. Африкантова»,  
г. Нижний Новгород, Россия, desyatnikov\_ve@okbm.nnov.ru

*Ключевые слова:* подшипник качения, трещина, техническое состояние, дефект.

Проблему обнаружения дефекта типа поверхностная трещина в подшипниках качения с целью повышения безопасности и надежности их эксплуатации можно решить за счет своевременного обнаружения данного типа дефекта на ранних стадиях образования и развития. Для решения данной задачи хорошо себя зарекомендовал метод огибающей, основанный на анализе высокочастотной вибрации, локализованной в пространстве около источника вибрации.

В настоящее время в вибродиагностике используются четыре основных метода оценки технического состояния подшипников качения:

- метод СКЗ;
- метод прямого спектра;
- метод огибающей;
- метод ударных импульсов.

Метод огибающей имеет целый ряд неоспоримых преимуществ по сравнению с другими методами:

1) технология огибающей основана на анализе высокочастотной вибрации, которая локализована в пространстве около источника вибрации. Таким образом, измеряя спектр огибающей вибрации диагностируемого узла, мы с большей вероятностью видим сигнал именно с этого узла, а не с соседнего;

2) спектр огибающей бездефектного узла обычно вообще не содержит гармонических составляющих, и появление в нем хотя бы одной линии будет говорить о наличии того или иного дефекта;

3) спектр огибающей является относительным измерением – по нему определяется глубина модуляции  $m$ .

Следовательно, можно говорить о том, что своевременное обнаружение поверхностных трещин в подшипниках качения с помощью метода огибающей позволит избежать их заклинивания и потери работоспособности всего изделия, в котором они установлены. На сегодняшний момент метод огибающей с критериями обнаружения и критериев величины данного типа дефекта – поверхностная трещина интенсивно внедряется в различных экспертных системах автоматического контроля и диагностики.

На данную проблематику (обнаружение дефектов типа трещина) проведен ряд исследований, по результатам которых были сформулированы критерии наличия и степени поврежденности (слабый, средний и сильный дефекты) тел качения, наружного и внутреннего колец подшипника качения. В частности установлено следующее:

а) наличие трещины на телах качения обуславливается наличием в спектре огибающей таких признаков как: частоты вращения сепаратора  $kf_c$ , где  $k=1,2,3\dots$  и удвоенной частоты тел качения  $2k_1f_{mk} \pm k_2f_c$ , где  $k_1=1,2,3\dots$  и  $k_2=1,2,3\dots$ ;

б) наличие трещины на наружном кольце обуславливается наличием в спектре огибающей таких признаков как:  $kf_n$ ,  $k > 3$ , где  $k=1,2,3\dots$ ;

в) наличие трещины на внутреннем кольце обуславливается наличием в спектре огибающей таких признаков как:  $k_1f_e \pm k_2f_{ep}$ , где  $k_1=1,2,3\dots$  и  $k_2=1,2,3\dots$ .

На настоящий момент предприятия занимающиеся ремонтом подшипников качения используют специальные диагностические комплексы/стенды с различными экспертными системами, а именно стенды вибродиагностики подшипников в которых на специальную площадку, фиксирующую наружное кольцо подшипника, снизу на шпильке устанавливается пьезоакселерометр, и при вращении внутреннего кольца проводится контроль подшипника на наличие дефектов.

Автором были проведены ряд исследований по особенностям выявления дефектов типа поверхностная трещина для различных элементов подшипника качения методом огибающей.

По результатам проведенных исследований автором по данной тематике можно сделать следующие заключения и выводы:

1. При проведении диагностики подшипников качения важна нагрузка на испытательном оборудовании (поджатие наружного кольца), которая должна быть не менее 5 атм. В противном случае наблюдается эффект проскальзывания роликов (расчетные частоты для ролика больше, чем фактические) и автоматизированная система диагностики может пропустить дефект.

2. При диагностике наружного кольца наблюдается «эффект зоны нагрузки». В случае, если дефект смещен более чем на 20-25 градусов от нагружаемой области, глубина модуляции может существенно падать и автоматизированная система диагностики может не зафиксировать дефект.

3. При введении в эксплуатацию автоматизированных систем требуется работа по настройке и адаптации к конкретным испытательным стендам и условиям проведения диагностики, для чего необходимо:

- наработка статистической базы исправных и неисправных объектов контроля по видам дефектов;

- определение фактических пороговых значений для каждого объекта контроля и типа дефекта.

4. Несмотря на высокую степень автоматизации вибродиагностических комплексов на настоящий момент оператор-диагност должен обладать высокими знаниями в области неразрушающего контроля для внесения, при необходимости, корректировок в систему виброконтроля.

## Список литературы

1 Неразрушающий контроль: справочник в 7 т. Т.7: В 2 кн. Кн.1: Метод акустической эмиссии / В.И. Иванов, И.Э. Власов; Кн. 2: Вибродиагностика / Ф.Я. Балицкий, А.В. Барков, Н.А. Баркова [и др.]; под общ. ред. В.В. Ключева. – М.: Машиностроение, 2005. – 829 с.

**FEATURES OF DETECTING CRACKS IN ROLLING BEARINGS  
BY THE ENVELOPE METHOD**

Desytnikov V.E.

Afrikantov OKBM, JSC, Nizhny Novgorod, Russia, desyatnikov\_ve@okbm.nnov.ru

*Keywords: centrifugal pump, computational modeling, rotor dynamic, vibration.*

The problem of detecting a surface crack type defect in rolling bearings in order to improve safety and reliability of their operation can be solved due to the timely detection of this type of defect at the early stages of formation and development. To solve this problem, the envelope method based on the analysis of the high-frequency vibration localized in space near the vibration source has proven itself well.