

Анализ сигналов вибрации и тока

Послан Барков - 29.04.2013 14:01

При обсуждении вопросов диагностики насосов с регулируемым асинхронным приводом меня спросили (Сергей), как диагностировать подшипники качения, если преобразователь добавил много высокочастотной вибрации в те точки контроля, в которых анализируются огибающая высокочастотной подшипниковой вибрации.

Это довольно сложный вопрос из области анализа вибрации различного происхождения, который можно решать в лоб, как это сделано в приборах фирмы SKF, а можно посложнее (и поточнее)

Для обсуждения вопросов анализа вибрации как в простых, так и в сложных задачах вибрационной диагностики предлагаю поднять еще одну тему для дискуссий особенности анализа сигналов вибрации (и тока).

=====

Re: Анализ сигналов вибрации и тока

Послан Барков - 29.04.2013 14:36

Так что же используют специалисты SKF для диагностики подшипников по вибрации, создаваемой ударными импульсами. Они измеряют спектр огибающей вибрации в очень широкой полосе частот, в области либо низких, либо средних, либо высоких частот, например от 10 кГц до частоты собственного резонанса датчика. И если пиковое значение вибрации от удара, например, на одном из резонансов машины, попавшем в один из указанных частотных диапазонов, сравнимо со среднеквадратичным значением, эти удары видны в спектре огибающей сигнала вибрации. Количественная оценка ударов возможна, если пиковая вибрация от этих ударов многократно превышает СКЗ других составляющих.

Весьма логичный и простой способ выявления таких ударов, если они есть. А если есть только случайная вибрация, создаваемая силами трения сепаратора, на удары не хватает энергии дефект сепаратора уже не увидит.

Для такого случая необходимо убрать все гармонические составляющие из сигнала вибрации и оставить только модулированные силы трения. Для этого можно также фильтром выделить не очень широкую полосу частот, где нет гармонических составляющих, и в спектре огибающей контролировать гармоники на частоте вращения сепаратора и ее двойной частоте. Именно эти два решения мы и используем для количественных оценок дефектов не только сепаратора, но и поверхностей качения.

А ударные импульсы вполне можно контролировать большим количеством способов, выделяя их, например, с помощью кепстрального анализа или вейвлет - анализа.

=====

Re: Анализ сигналов вибрации и тока

Послан Сергей - 29.04.2013 17:16

Мне понятно Ваше описание физики формирования вибрации ударными импульсами и возможности их анализа с помощью спектра огибающей. А вот с модуляцией сигналов - не очень, ведь опасная модуляция может быть небольшой, и модулированный сигнал не будет выделяться на фоне других составляющих вибрации. А если модулирована самая большая составляющая вибрации на частоте вращения, то в спектре сигнала (а не огибающей) будут боковые гармоники и по ним можно определить глубину модуляции. Так зачем же пользоваться измерениями спектра огибающей, если только не для выделения ударных импульсов из высокочастотной вибрации?

=====

Re: Анализ сигналов вибрации и тока

Послан Барков - 30.04.2013 08:49

При вибрационной диагностике, как Вы отметили, можно учитывать модуляцию сильной гармонической составляющей низкочастотным периодическим процессом, обнаруживая ее по боковым составляющим вибрации у этой сильной составляющей и определяя глубину модуляции по отношению амплитуд основной и боковых составляющих. Но это, к сожалению, редкий частный случай, и используется он чаще не в вибрационной, а в токовой диагностике. Модуляцию, например, низкочастотным случайным процессом по спектру сигнала вибрации без различного рода ухищрений не обнаружить. Поэтому и анализируют отфильтрованный и затем детектированный сигнал, предварительно пропустив его через низкочастотный фильтр. А это (с нужной для практики точностью) и есть огибающая сигнала, выделенного широкополосным фильтром, и именно об этом я упоминал ранее. Ну а спектральный анализ огибающий – это способ разделить сложный модулирующий процесс на отдельные составляющие, отражающие разные свойства этого процесса, а не самого сигнала

=====

Re: Анализ сигналов вибрации и тока

Послан Руслан - 05.11.2013 14:11

Ваши специалисты на занятиях упоминали, что используют не менее пяти видов узкополосных спектров вибрации в разных задачах диагностики. Что это за спектры и при решении каких диагностических задач их можно использовать?

=====

Re: Анализ сигналов вибрации и тока

Послан Юрий - 07.11.2013 10:33

Уважаемый Руслан,

Да, действительно, мы используем несколько разных видов спектров, основанных на преобразовании Фурье для анализа собственно сигнала вибрации, измеряемого одним датчиком

вибрации или одновременно двумя, а также для анализа выделенных из сигнала составляющих одной природы. Их, действительно, больше пяти, и к основным из них относятся:

- Автоспектр сигнала в целом или его низкочастотной (выделенной фильтром низких частот) части. Используется для определения в сигнале мощности (точнее – среднеквадратичного значения – СКЗ) гармонических и стационарных случайных компонент
- Порядковый спектр (строится по двум сигналам – собственно вибрации и опорному сигналу, например, с датчика оборотов) – используется для выделения синхронных с опорным сигналом периодических компонент вибрации и определения СКЗ их составляющих
- Синхронный спектр (строится также по сигналу вибрации и опорному сигналу, но только с последующим накоплением в комплексной форме нескольких спектров) – используется для снижения вклада в спектр несинхронных и случайных компонент вибрации
- Взаимный спектр (строится по двум одновременно измеряемым сигналам вибрации) – используется для измерения СКЗ и разности фаз между синхронными компонентами двух сигналов вибрации

Кроме этого используются следующие основные виды спектров выделенных из сигнала и предварительно преобразованных компонент:

- Спектр огибающей выделенных компонент одной природы (компонента выделяется широкополосным фильтром и далее строится огибающая, отражающая колебания мощности этой компоненты во времени) используется для обнаружения периодических колебаний, т.е. модуляции мощности выделенной компоненты и количественной оценки глубины модуляции каждой из модулирующих частот,
- Спектр огибающей случайной вибрации одной природы (отличается от предыдущего дополнительной операцией удаления из выделенной компоненты сигнала всех гармонических составляющих до того, как строится ее огибающая) – используется для анализа модуляции сил трения и турбулентности потока в механизмах с большим количеством механических передач и турбинах с большим количеством рабочих колес
- Спектр от модуля, т.е. вещественной части спектра (кепстр), используется для обнаружения периодических импульсных сигналов (периодических ударов) и импульсных, модулирующих периодические компоненты вибрации, процессов

Далеко не все эти виды спектров реализуются в создаваемых приборах, их применение и, особенно, трактовка результатов, требует определенной подготовки специалиста, проводящего измерения

=====