

П.О. Берзин, студент гр. ТЭБ-132 (КузГТУ)
Научный руководитель И.Л. Абрамов, к.т.н., доцент (КузГТУ)
г. Кемерово

МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Одной из важнейших задач, стоящих перед современным энергетическим предприятием, является необходимость обеспечения надежной работы его оборудования. Обеспечение надежной работы энергетического оборудования и повышение эффективности его эксплуатации связаны с внедрением прогрессивных методов технического обслуживания (в развитие действующей системы ППР - планово-предупредительных ремонтов) – обслуживания по фактическому состоянию (ОФС) [1]. ОФС основано на применении методов диагностики и неразрушающего контроля. Выявление состояния оборудования обеспечивается путем измерения ряда его технических параметров, выявления имеющихся или развивающихся дефектов.

В основу системы ППР положены следующие основные положения:

- выполнение профилактических работ должно осуществляться строго по заранее составленным календарным графикам;
- объем, трудоемкость выполняемых профилактических работ предусматриваются усреднено, и в каждом конкретном случае уточняются в зависимости от технического состояния оборудования;
- конструктивное исполнение оборудования должно соответствовать условиям окружающей среды и режиму работы исходя из требований нормативных документов.

На данный момент существует множество методов диагностирования, с помощью которых можно контролировать техническое состояние оборудования. Вибродиагностика, как метод функциональной диагностики, получила наибольшее распространение, обеспечивая оценку состояния оборудования по информации, которая содержится в виброакустическом сигнале. Методами вибродиагностики распознаются такие дефекты оборудования как дисбалансы, несоосности, механические ослабления, дефекты подшипников качения, дефекты подшипников скольжения, дефекты зубчатых зацеплений, ременных передач и электрических машин.

К основным видам дефектов роторного теплоэнергетического оборудования относятся: дефекты подшипников (31%), несоосности (26%), дисбалансы (17%), механические ослабления (7%) и прочие (17 %).

В настоящее время для нахождения дефектов подшипников качения нашли широкое применение следующие методы вибродиагностики: метод пик-фактора, анализ ударных импульсов, фильтрация сигнала, метод огибающей, метод эксцесса и др.

Метод пик-фактора.

Анализ по пик-фактору – классический пример метода периодической диагностики. Рост значения пик-фактора, превышающий некоторый пороговый уровень, говорит о возникновении единичных ударных импульсов, а последующее снижение этого параметра свидетельствует о появлении большого количества ударных импульсов, опасных для дальнейшей эксплуатации подшипника. Для контроля за техническим состоянием подшипников по данному методу необходимо измерить два параметра вибросигнала: среднеквадратичное значение уровня (СКЗ) вибрации, т.е. энергию вибрации и пиковую амплитуду (ПИК) вибрации. Отношение этих двух параметров ПИК/СКЗ называется пик-фактором.

Достоинства: для реализации нужен только виброметр общего уровня.

Недостатки: слабая помехозащищенность метода и необходимость проводить многократные измерения.

Метод ударных импульсов (метод SPM).

Данный метод разработан фирмой SPM (Швеция) и применяется при оценке состояния подшипниковых узлов. Он основан на измерении и регистрации механических ударных волн, вызванных столкновением двух тел. Вызванная механическим ударом фронтальная волна сжатия возбуждает затухающие колебания в датчике.

Пиковое значение амплитуды этих колебаний пропорционально скорости удара. Поскольку затухающий переходный процесс очень хорошо определяется и имеет постоянную величину затухания, его можно отфильтровать от других сигналов. Результаты измерений легко нормировать по скорости соударения, зная геометрию подшипника и его обороты. Анализ затухающего переходного процесса – основа метода ударных импульсов.

Достоинства: для измерения ударных импульсов используется пьезоэлектрический датчик, на который не оказывает влияние фон вибрации и шум.

Фильтрация сигнала.

Назначением операции фильтрации является выделение информативных комплексов виброакустического сигнала в ограниченной полосе частот. Основанием для фильтрации сигнала является присутствие помех, маскирующих компоненты вибрации, содержащие информацию о состоянии диагностируемого узла агрегата.

Для выделения полезного сигнала используют фильтры верхних и нижних частот (ФВЧ и ФНЧ), полосовые фильтры (ПФ) и др. Идеальным полосовым фильтром будет тот, который пропускает без ослабления все составляющие с частотами внутри полосы пропускания и заграждает составляющие с частотами вне полосы.

Применяемые на практике пассивные и активные фильтры несколько отличаются от идеального, в частности в отношении пониженного заграждения вне полосы пропускания.

Спектр огибающей.

Спектр – это характеристика сигнала в частотной области. При выделении в спектре огибающей временной сигнал фильтруется с помощью полосового фильтра в области частоты, с которой связано появление диагностических признаков дефекта. Такими составляющими вибрационного сигнала могут быть частоты зубчатой передачи или зубчатой муфты, частоты возбуждения подшипника качения, лопаточные частоты насоса, компрессора или турбины, а также случайная вибрация при кавитации и газодинамических процессах и др.

Метод диагностики подшипников, по спектру огибающей рассматривает высокочастотную составляющую сигнала, что позволяет проводить диагностику подшипников на стадии зарождения дефекта, а также определять тип дефекта и степень его развития. Это накладывает повышенные требования к правильной установке датчика, т.к. высокочастотная вибрация по мере удаления от источника быстро затухает. По мере развития дефекта характерные частоты смещаются в низкочастотный диапазон, что сильно затрудняет их диагностику методом спектра огибающей.

Достоинства: высокая чувствительность, информативность и помехозащищенность.

Недостатки: высокая стоимость, необходимо узкоспециализированное оборудование [2].

Полученная с применением данных методов вибродиагностики информация является основой для прогнозирования остаточного ресурса оборудования и определения оптимальных сроков проведения ремонтных работ. В результате – увеличение сроков службы оборудования, снижение эксплуатационных затрат на обслуживание и повышение надежности.

Список источников:

1. Абрамов И.Л. Вибродиагностика энергетического оборудования: учеб. пособие / И.Л. Абрамов. – Кемерово: изд. ИУУ СО РАН, 2010. – 80 с.
2. Герике Б.Л. Вибродиагностика горных машин и оборудования: учеб. пособие / Б.Л. Герике, И.Л. Абрамов, П.Б. Герике. – Кемерово: ред. КузГТУ, 2007. – 167 с.