

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 вибраакустическом 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.