

## УДК 620.9 МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ВИБРАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ТУРБОАГРЕГАТОВ

А. Ю. Борькин, студент гр. ТЭб-141, IV курс  
Научный руководитель: И. Л. АБРАМОВ, к.т.н., доцент  
Кузбасский государственный технический  
университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Состояние турбоагрегатов и вспомогательного роторного оборудования ТЭС можно оценить на основе анализа их вибрационных характеристик. Методы вибродиагностики направлены на обнаружение и идентификацию неисправностей паровых турбин, генераторов, энергетических машин и оборудования, влияющих на их вибрацию (дефектов роторов, опорной системы, узлов статора, подшипников скольжения и качения, муфт, зубчатых и ременных передач), испытывающих или генерирующих динамические нагрузки.

Актуальность совершенствования методов диагностики оборудования тепловых электрических станций определяется их современным состоянием. Сроки эксплуатации турбоагрегатов ТЭС РФ (2013 г.) представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика	Турбины ТЭС
Количество, ед.	1591
Срок эксплуатации до 30 лет, %	36
Срок эксплуатации 30 – 50 лет, %	46
Срок эксплуатации более 50 лет, %	18

Современные методы вибродиагностики позволяют определить вибрационное состояние турбоагрегатов и вспомогательного оборудования. В теплоэнергетике применяются следующие специальные методы.

1. Анализ контурной характеристики. Контурная характеристика строится путем определения характеристик вибрации в контуре: фундамент, фундаментная плита, вибрация опоры от места ее крепления к фундаментной плите до оси валопровода и верхней крышки подшипника. Вид графика позволяет определить состояние соединения работающего агрегата с фундаментом и выявить причины вибрации.

2. Определение частотной характеристики вибрации агрегата (характеристика разгона-выбега). Это зависимость вибрации от частоты вращения. Характеристика позволяет определить критические частоты валопро-

вода, выявить резонансные явления вблизи рабочей частоты вращения, определить характер неуравновешенности валопровода. Определяется при разгоне ротора или при его выбеге.

3. Оценка связи крутящего момента и вибрации. Причинами являются дефекты подвижных муфт и ослабление опор жесткости под действием реактивного момента статора. Влияние крутящего момента определяется путем быстрого ступенчатого разгрузки агрегата.

4. Определение влияния магнитного поля на вибрацию. Применяется для обнаружения витковых замыканий, а также электромагнитных причин вибрации двойной оборотной частоты. Метод состоит в быстром подъеме и снятии тока возбуждения на роторе генератора на холостом ходу.

5. Оценка влияния теплового состояния турбины на вибрацию. Определяют при пуске агрегата из холодного состояния и при его разгрузке. Причиной вибрации являются разные скорости нагрева выхлопной части турбины и части высокого давления при различных нагрузках. Тепловой режим фундамента турбины стабилизируется в течение 10-12 суток.

6. Оценка влияния неуравновешенного парового усилия на вибрацию. Определяется полным открытием регулирующих клапанов при постоянном расходе пара за счет открытия главной паровой задвижки. Метод применяется при наличии повышенной низкочастотной вибрации.

7. Определение влияния температуры масла подаваемого на смазки подшипников на вибрацию. Определяется путем изменения температуры масла в процессе работы оборудования.

Для вибродиагностики и вибромониторинга применяются как переносные, так и стационарные средства контроля.

Примерами мобильных и стационарных средств контроля являются приборы и системы, выпускаемые ООО «ДИАМЕХ», г. Москва: анализатор вибрации АГАТ-М и стационарная система АЛМАЗ-7010.

Анализатор вибрации (балансировочный прибор) АГАТ-М является двухканальным виброметром для проведения 2 плоскостной динамической балансировки вращающегося оборудования. Отличительной особенностью прибора является наличие функции экспресс-диагностики подшипников качения, которая по однократному замеру позволяет определить дефекты монтажа, зарождающиеся дефекты подшипников, а также степень их износа.

Стационарная система АЛМАЗ-7010 позволяет контролировать, как вибрационные (абсолютные и относительные), так и тепломеханические параметры: частоту вращения, линейные перемещения, тепловые абсолютные и относительные расширения, угловые перемещения и температуру. Система состоит из следующих элементов. Блок вибрации подшипников (СКЗ виброскорости, орбиты, амплитуды/фазы 1, 2, 3-й гармоник, спектры, тренды, скоростные характеристики и т.д.) позволяет определять уровень и характер неуравновешенности агрегата, качество соединения роторов,

нагрузочные факторы, влияющие на изменение вибрации, контролировать изменение уровня вибрации во времени, на пусках-остановах и на аварийных режимах. Блок вибрации валов позволяет более эффективно определять величину и место неуравновешенности валопровода, в том числе, при отрыве лопаток, корректировать расцентровки по статическому положению роторов на масляном слое, оценивать качество сборки роторов. Блок измерения механических величин (осевой сдвиг, относительное и абсолютное расширение ротора, наклоны опор, искривление ротора) является основным блоком контроля тепломеханического состояния агрегата. С его помощью контролируется режим пуска, набор мощности, работа под нагрузкой, процесс Блок архивации данных осуществляет накопление, хранение и представление информации. Он позволяет восстановить информацию о характере протекания процессов и является основой для диагностики агрегата. Блок дает возможность просмотра технического состояния агрегата за час, смену, сутки, месяц, год в удобной для персонала форме. Блок защиты по уровню срабатывания помимо стандартной логики сигнализации и отключения имеет широкие возможности перенастройки в зависимости от поставленной задачи. В настоящее время система АЛМАЗ-7010 успешно эксплуатируется на многих предприятиях энергетики, имеет сертификаты Госстандарта РФ, Госатомэнергонадзора, Ростехнадзора

#### Список литературы:

1. Абрамов И.Л. Вибродиагностика энергетического оборудования: учебное пособие. Кемерово: Кузб. гос. техн. ун-т, 2011. 80 с.
2. Лубков В.И. Вибрация машин и механизмов при эксплуатации оборудования ТЭС: учеб. пособие. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2011. 56 с.
3. Стационарные и мобильные системы контроля вибрации. ООО ДИАМЕХ 2000: [http://www.diamech.ru/protection\\_systems.html](http://www.diamech.ru/protection_systems.html).