

ISSN 2074-9651

**ЖУРНАЛ «Электроцех»
№ 5 (180) май/2019**

Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору за соблюдением законодательства
в сфере массовых коммуникаций
и охране культурного наследия
Свидетельство о регистрации
ПИ № 77-17681 от 09.03.2004

УЧРЕДИТЕЛЬ

Негосударственное научно-образовательное
учреждение «Академия технических наук»
(119049, г. Москва, ул. Донская, д. 4, стр. 1)

ИЗДАТЕЛЬ

© Издательский Дом «Панорама»
127015, г. Москва, Бумажный проезд, д. 14, стр. 2, подъезд 3, а/я 27
www.panor.ru

**ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР
ИД «ПАНОРАМА» –**

Председатель Некоммерческого фонда
содействия развитию национальной культуры
и искусства

К. А. Москаленко

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОМИЗДАТ»

127015, г. Москва, Бумажный проезд, д. 14, стр. 2,
подъезд 3, а/я 27
Тел. 8 (495) 274-22-22 (многоканальный).
www.promizdat.com

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Кузнецова С.А.

E-mail: electro@panor.ru

ВЕРСТКА

Некрасова В.В.

КОРРЕКТОР

Зенченко А.В.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Киреева Э.А.,

канд. техн. наук, профессор

Шкирмонтов А.П.,

канд. техн. наук

Смирнов В.В.,

канд. техн. наук

Будовский В.П.,

д-р техн. наук

Журнал распространяется через официальный
каталог Почты России «Подписные издания»
(индекс — П7222), каталог ОАО «Агентство
„Роспечать“», Объединенный каталог
«Пресса России», «Каталог периодических
изданий. Газеты и журналы» агентства
«Урал-пресс» (индекс — 84816) и «Каталог
российской прессы» (индекс — 12531), а также
путем прямой редакционной подписки.

ОТДЕЛ ПОДПИСКИ:

тел. 8 (495) 274-22-22 (многоканальный)
e-mail: podpiska@panor.ru

ОТДЕЛ РЕКЛАМЫ:

тел. 8 (495) 274-22-22 (многоканальный)
e-mail: reklama@panor.ru

Журнал издается под эгидой
Международной Академии технических наук
и промышленного производства.

Подписано в печать 20.05.2019 г.

Отпечатано в типографии
ООО «Футурус Принт»,
109052, г. Москва, ул. Нижегородская, д. 50.
Установочный тираж 5000 экз.

Статьи публикуются на безвозмездной основе.

Цена свободная.

СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ6

ТЕМА НОМЕРА:

ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПОЗВОЛЯЕТ СОКРАТИТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗАТРАТЫ

Беспроводной учет электроэнергии

позволяет сократить расходы 11

Внедрение современной беспроводной системы энергомони-
торинга позволяет сокращать расходы электроэнергии за счет
выявления неэффективного использования оборудования и
получать ощутимый годовой эффект в размере 5-15% экономии.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Мясников М.А., Мухаметгалеев Т.Х.

Вентиляционные системы с применением

преобразователей частоты VLT-102 16

Приводится исследование особенностей реализации систем
вентиляции на базе преобразователя частоты VLT-102. Рассмо-
трены основные причины возникновения аварийных режимов
при использовании преобразователей частоты в системах
вентиляции, а также представлены технические решения, устра-
няющие недостатки и обеспечивающие безотказную работу
вентиляционной системы.

Противоаварийная автоматика 18

Автоматическая частотная разгрузка – элемент противоаварий-
ной автоматики распределительных подстанций, который пред-
назначен для предотвращения падения частоты энергосистемы
в случае резкого уменьшения количества активной мощности
в электрической сети.

Принцип работы дистанционной защиты

в электрических сетях 110 кВ 20

Дистанционная защита выполняет защиту воздушных линий от
междуфазных коротких замыканий. Приводятся устройства, вы-
полняющие функцию дистанционной защиты в электрических
сетях.

Гусакин А.А., Песков Р.В.

**Эксплуатационная надежность коммутационного
оборудования 23**

Представлен сравнительный анализ надежности силовых вы-
ключателей 6-10 кВ. Представлены сравнительные технические
характеристики силовых выключателей. Из представленного вы-
вода следует, что вакуумные выключатели по всем эксплуатаци-
онным характеристикам опережают другие типы выключателей.

**Приглашаем авторов к сотрудничеству.
Статьи в журнале публикуются бесплатно.**

УДК 620.9

ОЦЕНКА ВИБРАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ТУРБОАГРЕГАТОВ*

Борькин А.Ю.,

Абрамов И.Л., канд. техн. наук, доцент,

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева,
г. Кемерово

Современные методы вибродиагностики позволяют определить вибрационное состояние турбоагрегатов и вспомогательного оборудования. Совершенствование методов диагностики оборудования тепловых электрических станций определяется их современным состоянием. Рассмотрена стационарная система АЛМАЗ-7010, позволяющая контролировать как вибрационные, так и тепломеханические параметры.

Ключевые слова: турбоагрегат, диагностика электрооборудования, эксплуатация, АЛМАЗ-7010.

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 табл. 1.

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

*По материалам X Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Россия молодая», апрель, 2018 г.

Сроки эксплуатации турбоагрегатов ТЭС

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

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 (балансирующий 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 характе-

ристики 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 про-

смotra 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.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Абрамов И.Л.** Вибродиагностика энергетического оборудования: учеб. пособие. - Кемерово: Кузбасский государственный технический университет, 2011. - 80 с.

2. **Лубков В.И.** Вибрация машин и механизмов при эксплуатации оборудования ТЭС: учеб. пособие. - Саратов: Саратовский государственный технический университет, 2011. - 56 с.

3. <http://www.diamech.ru> [Электронный ресурс] (дата обращения: 20.02.2018).

ОПЫТ ЦИФРОВИЗАЦИИ НИЖЕГОРОДСКОЙ ГЭС

На Нижегородской ГЭС реализован опытный полигон, работающий по технологии «Цифровая подстанция 110 кВ», на котором в реальных условиях тестируется оборудование различных производителей.

Комплекс интеллектуальных электронных устройств, применяемый на опытном полигоне ГЭС, включает в себя устройства как российских, так и зарубежных производителей: электронные трансформаторы тока и напряжения, устройства релейной защиты и автоматики (РЗА), счетчик электрической энергии, программный комплекс АСУ ТП, программный комплекс информационной безопасности и др. Для контроля достоверности измеряемых величин дополнительно установлен цифро-аналоговый регистратор аварийных событий (РАС), подключенный к электронным и традиционным трансформаторам тока и напряжения.

Особый интерес представляет тестирование на станции устройств РЗА различных производителей. Все устройства РЗА подключены к общей шине процесса и используют идентичные аналоговые измерения и дискретные сигналы, таким образом, в устройствах реализуются одинаковые защитные функции, что дает возможность проводить их сравнительный анализ в период их тестирования и эксплуатации.

По материалам ПАО «Ленэнерго»