

А.Г. Герасимова

Контроль и диагностика тепломеханического оборудования ТЭС и АЭС

Лабораторный практикум

*Допущено
Министерством образования
Республики Беларусь
в качестве учебного пособия
для студентов учреждений
высшего образования
по специальностям «Паротурбинные
установки атомных электрических станций»,
«Тепловые электрические станции»,
«Автоматизация и управление
энергетическими процессами»*



Минск
«Вышэйшая школа»
2013

УДК [621.311.22+621.311.25]:621.1:620.17(075.8)

ББК 31.32я73

Г37

Рецензенты: профессор кафедры «Практическая подготовка студентов» учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» доктор технических наук, профессор *В.И. Русан*; заведующий кафедрой «Физические методы контроля» государственного учреждения высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет» кандидат технических наук, доцент *С.С. Сергеев*

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства

ISBN 978-985-06-2296-9

© Герасимова А.Г., 2013

© Оформление. УП «Издательство
“Вышэйшая школа”», 2013

ПРЕДИСЛОВИЕ

При эксплуатации оборудования ТЭС и АЭС вопросы безопасности и надежности, невнимательное отношение к которым может привести к необратимым последствиям (от несчастных случаев до техногенных катастроф), являются ключевыми.

Современные концепции безопасности эксплуатации тепловых и атомных станций базируются на широком внедрении систем ранней диагностики. Комплекс таких систем, взаимодействующих с системами контроля и управления оборудования, позволяет обеспечить диагностирование, отвечающее современным требованиям безопасной эксплуатации ТЭС и АЭС.

При контроле и диагностике металла оборудования ТЭС и АЭС широкое распространение получили неразрушающие методы, не требующие вырезки образцов или разрушения готовых изделий. Такие методы позволяют избежать больших потерь времени и материальных затрат, обеспечить частичную или полную автоматизацию операций контроля при одновременном повышении качества и надежности оборудования, способствуют своевременному выявлению нежелательных опасных изменений в структуре и свойствах металла в процессе монтажа и эксплуатации оборудования.

Немаловажное значение в вопросах надежности и долговечности паротурбинных установок ТЭС и АЭС имеет контроль параметров вибрации. Вибрация паровых турбин должна контролироваться с помощью стационарных систем непрерывного вибродиагностического контроля. Внедрение таких систем обеспечивает автоматизацию деятельности персонала по диагностическому обслуживанию контролируемого оборудования, что позволяет минимизировать затраты на эксплуатацию агрегатов за счет предотвращения аварий и, следовательно, дорогостоящих аварийно-восстановительных ремонтов, помогает точно определить техническое состояние агрегатов, а также увеличить средний интервал между капитальными ремонтами.

Общие требования к контролю и диагностике оборудования ТЭС и АЭС и методики его проведения регламентированы рядом технических нормативных правовых актов (ТНПА), к которым относятся межгосударственные стандарты (ГОСТы), государственные стандарты Республики Беларусь (СТБ), европейские и международные нормы, введенные в качестве государственных стандартов Республики Беларусь (СТБ ЕН, СТБ ИСО), технические кодексы установившейся практики (ТКП), стандарты предприятий (СТБ) и пр.

Подготовка высококвалифицированных кадров определяется правильным сочетанием различных видов учебной нагрузки. В связи с этим важной составляющей подготовки специалистов в области контроля и диагностики оборудования ТЭС и АЭС является получение практических навыков оценки состояния металла оборудования неразрушающими методами и контроля вибрационных параметров.

В целях закрепления теоретических курсов «Диагностика тепломеханического оборудования АЭС» и «Контроль и диагностика тепломеханического оборудования ТЭС» учебным планом и программами предусмотрено выполнение лабораторных и практических работ.

Лабораторный практикум содержит десять лабораторных работ: «Ультразвуковая дефектоскопия», «Ультразвуковой контроль толщины изделий», «Обнаружение дефектов вихретоковым методом», «Определение толщины покрытий вихретоковым толщиномером», «Обнаружение дефектов магнитопорошковым методом», «Определение остаточной напряженности магнитного поля феррозондовым методом», «Магнитная структуроскопия. Магнитный контроль напряженно-деформированного состояния деталей оборудования», «Капиллярная дефектоскопия», «Измерение твердости динамическим методом», «Контроль параметров вибрации».

В лабораторном практикуме приведены общие теоретические сведения о неразрушающих методах контроля и основах вибродиагностики, рассмотрены методики и средства проведения контроля, даются инструкции по эксплуатации и настройке приборов.

В результате выполнения лабораторных работ студенты приобретают навыки оптимального выбора средств для проведения неразрушающего контроля, настройки и регулировки приборов контроля, осуществления контроля и наблюдения за ним, представления результатов контроля и проведения оценки результатов контроля по действующим стандартам.

Автор выражает глубокую благодарность заведующему кафедрой «Физические методы контроля» ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет» доценту С.С. Сергееву и профессору кафедры «Практическая подготовка студентов» УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» В.И. Русану за ценные замечания и пожелания, высказанные при рецензировании рукописи.

Автор

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Список сокращений	5
Лабораторная работа № 1. УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ	6
Общие сведения	6
Методика проведения ультразвуковой дефектоскопии сварных соединений	19
Проведение ультразвукового контроля сварных соединений с использованием ультразвукового дефектоскопа УДЗ-71 ...	24
Лабораторная работа № 2. УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ ТОЛЩИНЫ ИЗДЕЛИЙ	37
Общие сведения	37
Методика измерения толщины ручным толщиномером	41
Измерение толщины ОК с использованием ультразвукового толщиномера ТУЗ-2	44
Лабораторная работа № 3. ОБНАРУЖЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ВИХРЕТОКОВЫМ МЕТОДОМ	55
Общие сведения	55
Технология контроля с использованием накладных вихретоковых преобразователей	63
Проведение вихретокового контроля с использованием вихретокового дефектоскопа ВДЗ-71	66
Лабораторная работа № 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЙ ВИХРЕТОКОВЫМ ТОЛЩИНОМЕРОМ	79
Общие сведения	79
Определение толщины изоляционных покрытий на электропроводящих основаниях с использованием толщиномера покрытий КОНСТАНТА К5	84

Лабораторная работа № 5. ОБНАРУЖЕНИЕ ДЕФЕКТОВ МАГНИТОПОРОШКОВЫМ МЕТОДОМ	94
Общие сведения	94
Технология проведения контроля	100
Проведение контроля с использованием метода полюсного намагничивания	106
Лабораторная работа № 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ФЕРРОЗОНДОВЫМ МЕТОДОМ	111
Общие сведения	111
Определение остаточной напряженности магнитного поля после проведения магнитопорошкового контроля	115
Лабораторная работа № 7. МАГНИТНАЯ СТРУКТУРОСКОПИЯ. МАГНИТНЫЙ КОНТРОЛЬ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ	119
Общие сведения	120
Проведение магнитной структуроскопии	125
Лабораторная работа № 8. КАПИЛЛЯРНАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ	137
Общие сведения	138
Технология и средства капиллярной дефектоскопии	141
Оценка смачивающей способности индикаторных жидкостей	155
Обнаружение дефектов и оценка их размеров методом цветной дефектоскопии	157
Лабораторная работа № 9. ИЗМЕРЕНИЕ ТВЕРДОСТИ ДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ	160
Общие сведения	161
Измерение твердости образцов из углеродистой и низколегированных сталей	164
	221

Лабораторная работа № 10. КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ	178
Общие сведения	178
Измерение параметров вибрации	185
Приложения	196
Список литературы	215

Учебное издание

Герасимова Алина Георгиевна

**КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА
ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ТЭС И АЭС. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

Учебное пособие

Редактор *Е.В. Савицкая*

Художественный редактор *Т.В. Шабунько*

Технический редактор *Н.А. Лебедев*

Корректор *Н.Н. Баранова*

Компьютерная верстка *А.И. Стебули*

Подписано в печать 26.06.2013. Формат 84×108/32. Бумага офсетная.

Гарнитура «Times New Roman». Офсетная печать. Усл. печ. л. 11,76 .

Уч.-изд. л. 10,85. Тираж 400 экз. Заказ 1188.

Республиканское унитарное предприятие «Издательство “Вышэйшая школа”».

ЛИ № 02330/0494062 от 03.02.2009. Пр. Победителей, 11, 220048, Минск.

e-mail: market@vshph.com <http://vshph.com>

Филиал № 1 открытого акционерного общества «Красная звезда».

ЛП № 02330/0494160 от 03.04.2009. Ул. Советская, 80, 225409, Барановичи.

Герасимова, А. Г.

Г37 Контроль и диагностика тепломеханического оборудования ТЭС и АЭС. Лабораторный практикум : учеб. пособие / А. Г. Герасимова. – Минск : Выш. шк., 2013. – 222 с.: ил.

ISBN 978-985-06-2296-9.

Содержит указания к проведению лабораторных работ по дисциплинам «Диагностика тепломеханического оборудования АЭС» и «Контроль и диагностика тепломеханического оборудования ТЭС». Приведены общие теоретические сведения о неразрушающих методах контроля и основах вибродиагностики, рассмотрены методики и средства проведения контроля, приведены инструкции по эксплуатации и настройке приборов.

Для студентов, обучающихся по специальностям «Паротурбинные установки атомных электрических станций», «Тепловые электрические станции» и «Автоматизация и управление теплоэнергетическими процессами». Может быть полезен специалистам, занимающимся вопросами неразрушающего контроля.

УДК [621.311.22+621.311.25]:621.1:620.17(075.8)

ББК 31.32я73