

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования "Уральский федеральный
университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина"**

Кафедра "Турбины и двигатели"



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Б.Соболев

Подпись

04.03.2011 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Ремонт энергетического оборудования ТЭС

Рекомендована Методическим советом ФГАОУ ВПО "УрФУ имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина" для специальностей и направлений подготовки

Специальность/Направление		Специальность/профиль/программа		Квалификация	
Код	Наименование	Код	Наименование	Код	Наименование
140503	Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели		Паротурбинные установки ТЭС и АЭС	65	Инженер

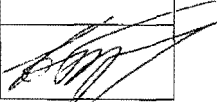
Екатеринбург 2011

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (утвержден приказом МО РФ от 27.03.2000 г. № 213 тех/дс.).

Рабочая программа составлена авторами:

№	Фамилия	Имя	Отчество	Уч. степень	Уч. звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Рябчиков	Александр	Юрьевич	с.н.с	Д.т.н.	Проф.	Турбины и двигатели	
2	Мурманский	Борис	Ефимович	-	К.т.н.	Доц.	Тепловые электрические станции	

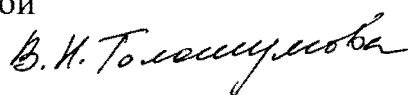
Рабочая программа одобрена на заседании кафедры:

№	Наименование кафедры	Дата заседания	Номер протокола	Решение кафедры	Ф.И.О. Зав. каф.	Подпись
1.	"Турбины и двигатели"	10.02.2011	1	Программа одобрена	Бродов Ю.М.	

Рабочая программа одобрена на заседании Методической комиссии Теплоэнергетического факультета

" 14 " февраля 2011 г. Протокол № 2

Председатель методической комиссии факультета



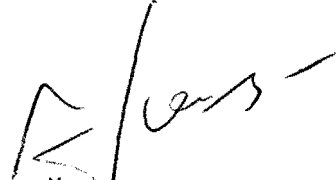
В.Н. Голошумова

Начальник отдела обеспечения образовательных программ ЦОТ



Н.Н.Торопова

АННОТАЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ



Дисциплина посвящена изучению методов и особенностей ремонта энергетического оборудования ТЭС. Рассматриваются основные методы ремонта элементов паровых и газовых турбин, а также их вспомогательного оборудования, как один из основных этапов их жизненного цикла.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания настоящей дисциплины является формирование основных знаний, умений и навыков работы по планированию и проведению ремонта основного и вспомогательного оборудования ТЭС.

В перечень задач изучения курса входит: освоение принципов и методов обнаружения и выявления дефектов паровых турбин; получение практических навыков расчета технологических проектов выполнения ремонта оборудования; усвоение методов и приемов, используемых при проведении ремонта паровых турбин, проведение диагностики и наладки отремонтированного оборудования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

2.1. Междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) дисциплинами

Курс «Ремонт энергетического оборудования ТЭС» является общепрофессиональной дисциплиной. Курс базируется на ряде ранее изученных дисциплин: общетехнических и общеинженерных (физика, химия, математика, механика материалов и конструкций, основы конструирования деталей машин и др.), а также ряда спецдисциплин (паро- и газотурбинные установки, энергетические машины, динамика и прочность турбомашин и др.).

2.2. Междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Изучаемая дисциплина обеспечивает комплекс базовых знаний и практических навыков и является составной частью курса изучающего основное и вспомогательное оборудование тепловых электрических станций. Обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами являются: «ТЭС и АЭС», «Энергетические машины и установки», «Теплообменники энергетических установок», «Сборка и монтаж паровых турбин».

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень формируемых компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способности использовать современные теоретические знания и практические навыки в области профессиональной деятельности при проведении (контроле) ремонтного цикла на производстве;
- способности выделять и анализировать основные проблемы возникающие в ходе профессиональной деятельности;
- способности использовать комплекс базовых знаний и практических навыков при формировании оптимальных путей (графиков) ремонта основного и вспомогательного оборудования;
- готовность использовать современные достижения в системах проведения ремонта турбин и другого оборудования ТЭС.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- современные методы организации ремонта основного и вспомогательного оборудования ТЭС;
- современные методы планирования проведения ремонта;
- основные нормы и правила регламентирующие проведение ремонтных работ, типовые операции по ремонту узлов;
- современные технологии, технологические особенности и последовательность при проведении ремонта оборудования ТЭС;
- основы современных методов диагностирования состояния оборудования ТЭС.

Уметь:

- осуществлять организационные мероприятия по подготовке и проведению ремонтных работ на ТЭС;
- обосновывать технологический уровень разработок по ремонту оборудования ТЭС;
- выполнять на ПК текстовые и графические документы;
- выполнять на ПК аналитические расчеты и графический анализ данных;
- выполнять на ПК чертежи узлов, деталей и их «твердотельные модели»;
- пользоваться современной научной и технической литературой.

Владеть:

- навыками работы в современных программных продуктах, позволяющих моделировать, проектировать и эксплуатировать оборудование ТЭС;
- навыками обрабатывать и анализировать информацию, получаемую при проведении технического обслуживания и ремонта оборудования ТЭС, и принимать на ее основе обоснованные технические решения.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы по дисциплине и формы итогового контроля знаний, соответствующие данной образовательной программе, с разбивкой объема работы по часам и семестрам для соответствующих форм обучения приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины в академических часах для очной формы обучения

Вид учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Учебные семестры
Общая трудоемкость по учебному плану	95	8
Аудиторные занятия:	68	8
Лекции (Л)	51	8
Практические занятия (ПЗ)	17	8
Самостоятельная работа студентов (СРС):		
Подготовка к ауд. занятиям	27	8
Вид промежуточного контроля		
Зачет (З)	3	8
Трудоемкость в зачетных единицах	3	8

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Содержание разделов дисциплины

5.1.1 ВВЕДЕНИЕ

Уровень развития энергетики Российской Федерации, состояние оборудования, перспективы строительства новых ТЭС и АЭС, модернизация и реконструкция существующего оборудования электрических станций.

Способы повышения эффективности ТЭС в процессе реконструкции и модернизации оборудования.

5.1.2 ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ ТЭС

Система технического обслуживания и ремонта оборудования электростанций. Основные понятия и положения. Объемы и последовательность операций при ремонте. Особенности организации ремонта оборудования на ТЭС и в энергоремонтном предприятии.

Основные принципы взаимоотношений между электростанциями и ремонтными организациями. Финансирование ремонтов и сметно-техническая документация, прейскуранты, ценники нормативы трудозатрат.

Планирование и подготовка к ремонтам: перспективные, годовые и месячные графики ремонтов, порядок составления, согласования и утверждения графиков ремонтов и объемов работ, заключение договоров. Периодичность и продолжительность ремонтов.

Подготовка к ремонту оборудования. Основные положения планирования производства ремонтных работ.

Основные документы, используемые в процессе подготовки и проведения ремонта оборудования.

Основные методы контроля металла, применяемые при ремонтах турбин.

Инструмент, применяемый при ремонтных работах.

5.1.3 АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ТЭС

Основные показатели надежности энергетического оборудования. Методика сбора информации по надежности в энергетике.

Основные неисправности узлов и деталей турбин. Анализ статистики повреждаемости турбин.

Применение статистического анализа повреждаемости при планировании ремонтов турбин.

5.1.4 МАТЕРИАЛЫ ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ РЕМОНТЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ИХ СВОЙСТВА

Условия работы материалов и изделий в энергетическом оборудовании. Материалы, применяемые при изготовлении и ремонте энергооборудования, их основные характеристики: стали для литых деталей (углеродистые стали, низколегированные стали для отливок); стали для роторов турбин; стали для лопаток турбин; стали для крепежных изделий; стали для труб; стали для поковок; чугунные отливки; сплавы цветных металлов.

5.1.5 РЕМОНТ КОРПУСОВ ЦИЛИНДРОВ ТУРБИН

Типовые конструкции цилиндров. Узлы крепления. Применяемые материалы. Характерные дефекты цилиндров и причины их появления. Вскрытие цилиндров.

Основные операции, выполняемые при ремонте цилиндров: ревизия, контроль металла, проверка коробления цилиндров, определение поправок для центровки проточной части, определение и исправление реакции опор цилиндров (исправление их положения относительно оси валопровода).

Устранение дефектов. Контрольная сборка цилиндров. Закрытие цилиндров.

Сборка и уплотнение фланцевых соединений присоединенных трубопроводов.

5.1.6 РЕМОНТ ДИАФРАГМ И ОБОЙМ

Типовые конструкции и основные материалы. Характерные дефекты диафрагм и обойм и причины их появления.

Основные операции, выполняемые при ремонте диафрагм и обойм: разборка и ревизия, устранение дефектов.

Сборка и центровка диафрагм и обойм.

5.1.7 РЕМОНТ УПЛОТНЕНИЙ И ПОДШИПНИКОВ

Типовые конструкции и основные материалы. Характерные дефекты уплотнений и причины их появления.

Основные операции, выполняемые при ремонте уплотнений: ревизия, ремонт и сборка корпусов концевых уплотнений, проверка и регулировка радиальных зазоров, пригонка линейного размера кольца сегментов уплотнения, замена усиков уплотнений, устанавливаемых в ротор, пригонка аксиальных зазоров. Восстановление зазоров в надбандажных уплотнениях.

Ремонт опорных и упорных подшипников. Типовые конструкции и основные материалы подшипников. Характерные дефекты подшипников и причины их появления. Основные операции, выполняемые при ремонте подшипников: вскрытие корпусов подшипников, их ревизия и ремонт; ревизия вкладышей; проверка натягов и зазоров. Перемещение подшипников при центровке роторов. Закрытие корпусов подшипников.

Проверка осевого разбега ротора.

Перезаливка баббита вкладышей опорных подшипников и колодок упорных подшипников. Напыление расточек вкладышей.

5.1.8 РЕМОНТ ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЭС

Повреждаемость теплообменных аппаратов.

Типовые работы при ремонте теплообменных аппаратов.

Особенности ремонта различных теплообменных аппаратов (конденсаторы, подогреватели системы регенерации и сетевой воды, маслоохладители).

Перспективы разработки по организации и технологии проведения ремонтов подогревателей.

5.1.9 РЕМОНТ РОТОРОВ

Типовые конструкции и основные материалы. Характерные дефекты роторов и причины их появления.

Разборка, проверка боев и выемка роторов: проверка боев, выемка роторов из цилиндра.

Основные операции, выполняемые при ремонте роторов: ревизия, контроль металла, устранение дефектов. Укладка роторов в цилиндр.

5.1.10 РЕМОНТ РАБОЧИХ ЛОПАТОК

Типовые конструкции и основные материалы рабочих лопаток.

Характерные повреждения рабочих лопаток и причины их появления.

Основные операции, выполняемые при ремонте рабочих лопаток: ревизия, контроль металла, ремонт и восстановление, переоблопачивание рабочего колеса, установка связей.

5.1.11 РЕМОНТ МУФТ РОТОРОВ

Типовые конструкции и основные материалы муфт. Характерные дефекты муфт и причины их появления.

Основные операции, выполняемые при ремонте муфт: разборка и ревизия, контроль металла, особенности снятия и посадки полумуфт, устранение дефектов, особенности ремонта пружинных муфт.

Сборка муфт после ремонта. "Маятниковая" проверка роторов.

5.1.12 ЦЕНТРОВКА ТУРБИН

Задачи центровки. Проведение замеров центровки роторов по полумуфтам, определение положения ротора относительно статора турбины.

Расчет центровки пары роторов. Способы расчета центровки валопровода турбины. Расчет центровки валопровода на персональном компьютере.

Особенности центровки двух роторов, имеющих три опорных подшипника.

5.1.13. НОРМАЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ РАСШИРЕНИЙ ТУРБИН

Устройство и работа системы тепловых расширений.

Основные причины нарушения нормальной работы системы тепловых расширений.

Анализ влияния тепловых расширений на взаимное расположение роторов и деталей статора турбины.

Способы нормализации тепловых расширений. Основные операции по нормализации тепловых расширений, выполняемые во время ремонта турбины.

5.1.14 НОРМАЛИЗАЦИЯ ВИБРАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ТУРБОАГРЕГАТА

Основные причины возникновения вибрации.

Вибрация как один из критериев оценки состояния и качества ремонта

Основные дефекты, влияющие на изменение вибрационного состояния турбины, и их признаки: дисбаланс ротора, прогиб ротора, нарушение геометрии шеек ротора, дефекты баббитовой расточки подшипников, неудовлетворительное состояние упорного подшипника, дефекты сопряжения муфт, расцентровка опор, задевания в проточной части турбины, стесненность тепловых расширений цилиндров, ослабление соединений опор и фундамента, поперечная трещина ротора.

Методы нормализации параметров вибрации турбоагрегата.

5.1.15 РЕМОНТ И НАЛАДКА СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И ПАРОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Особенности организации ремонтного обслуживания систем регулирования, защит и парораспределения.

Материалы, применяемые в системах регулирования и парораспределения.

Ремонт и наладка отдельных узлов системы автоматического регулирования.

Структурная схема системы автоматического регулирования. Общие требования к системам регулирования. Некоторые правила приемки турбины в капитальный ремонт.

Ремонт датчиков-регуляторов скорости: грузовые датчики-регуляторы скорости, всережимные упругие бесшарнирные датчики-регуляторы скорости, гидродинамические датчики. Ремонт автоматов безопасности. Ремонт элементов системы парораспределения. Ремонт кулачкового распределительного механизма. Ремонт регулирующих клапанов. Сервомоторы.

5.1.16 ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Основные термины и определения. Цели и задачи диагностики. Диагностика в процессе эксплуатации. Предремонтная диагностика. Контроль и диагностика, выполняемые в процессе ремонта. Послеремонтная диагностика

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Сводный (укрупненный) перечень разделов дисциплины с указанием трудоемкости их освоения в академических часах, видов учебной работы с учетом существующих форм освоения приведен в табл. 5.1.

Таблица 5.1 – Перечень разделов дисциплины с указанием трудоемкости их освоения для очной формы обучения

Разделы дисциплины			Трудоемкость освоения раздела дисциплины, час					
Номер раздела	Наименование раздела	Семестр изучения	Общая трудоемкость раздела, час	Аудиторные занятия по данному разделу, час	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов	Подготовка к ауд. занятиям
1	ВВЕДЕНИЕ	8	1	1	1			
2	ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ ТЭС	8	7	5	3	2	2	2
2.1	Система технического обслуживания и ремонта оборудования электростанций. Основные понятия и положения							
2.2	Объемы и последовательность операций при ремонте							
2.3	Особенности организации ремонта оборудования на ТЭС и в энергоремонтном предприятии							
2.4	Подготовка к ремонту оборудования							
2.5	Основные положения планирования производства ремонтных работ							
2.6	Основные документы, используемые в процессе подготовки и проведения ремонта оборудования							
2.7	Основные методы контроля металла, применяемые при ремонтах турбин							
2.8	Инструмент, применяемый при ремонтных работах							
3	АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ТЭС	8	6	4	2	2	2	2
3.1	Основные показатели надежности энергетического оборудования							
3.2	Методика сбора информации по надежности в энергетике							
3.3	Основные неисправности узлов и деталей турбин							
4	МАТЕРИАЛЫ ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ РЕМОНТЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ИХ СВОЙСТВА	8	8	7	3	4	1	1
4.1	Стали для литых деталей							
4.2	Стали для роторов турбин							
4.3	Стали для лопаток турбин							
4.4	Стали для крепежных изделий							
4.5	Стали для труб							
4.6	Стали для поковок							
4.7	Чугунные отливки							

4.8	Сплавы цветных металлов							
5	РЕМОНТ КОРПУСОВ ЦИЛИНДРОВ ТУРБИН	8	5	4	4		1	1
5.1	Типовые конструкции и основные материалы							
5.2	Характерные дефекты цилиндров и причины их появления							
5.3	Вскрытие цилиндров							
5.4	Основные операции, выполняемые при ремонте цилиндров							
5.5	Контрольная сборка							
5.6	Закрытие							
5.7	Сборка и уплотнение фланцевых соединений присоединенных трубопроводов							
6	РЕМОНТ ДИАФРАГМ И ОБОЙМ	8	5	4	4		1	1
6.1	Типовые конструкции и основные материалы							
6.2	Характерные дефекты диафрагм и обойм и причины их появления							
6.3	Основные операции, выполняемые при ремонте диафрагм и обойм							
7	РЕМОНТ УПЛОТНЕНИЙ И ПОДШИПНИКОВ	8	5	3	3		2	2
7.1	Типовые конструкции и основные материалы							
7.2	Характерные дефекты уплотнений и причины их появления							
7.3	Основные операции, выполняемые при ремонте уплотнений							
7.4	Ремонт опорных подшипников							
7.5	Ремонт упорных подшипников							
7.6	Проверка осевого разбега ротора							
7.7	Перезаливка баббита вкладышей опорных подшипников и колодок упорных подшипников							
7.8	Напыление расточек вкладышей							
8	РЕМОНТ ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЭС	8	8	6	6		2	2
8.1	Повреждаемость теплообменных аппаратов							
8.2	Типовые работы при ремонте теплообменных аппаратов							
8.3	Особенности ремонта различных теплообменных аппаратов (конденсаторы, подогреватели системы регенерации и сетевой воды, маслоохладители)							
8.4	Перспективы разработки по организации и технологии проведения ремонтов подогревателей							
9	РЕМОНТ РОТОРОВ	8	5	3	3		2	2
9.1	Типовые конструкции и основные материалы							
9.2	Характерные дефекты роторов и причины их появления							
9.3	Разборка, проверка боев и выемка роторов							
9.4	Основные операции, выполняемые при ремонте роторов							
9.5	Укладка роторов в цилиндр							
10	РЕМОНТ РАБОЧИХ ЛОПАТОК	8	5	3	3		2	2
10.1	Типовые конструкции и основные материалы рабочих лопаток							

10.2	Характерные повреждения рабочих лопаток и причины их появления							
10.3	Основные операции, выполняемые при ремонте рабочих лопаток							
11	РЕМОНТ МУФТ РОТОРОВ	8	5	3	3		2	2
11.1	Типовые конструкции и основные материалы муфт							
11.2	Характерные дефекты муфт и причины их появления							
11.3	Основные операции, выполняемые при ремонте муфт							
11.4	Сборка муфт после ремонта							
11.5	"Маятниковая" проверка роторов							
12	ЦЕНТРОВКА ТУРБИН	8	10	8	4	4	2	2
12.1	Задачи центровки							
12.2	Проведение замеров центровки роторов по полумуфтам, определение положения ротора относительно статора турбины							
12.3	Расчет центровки пары роторов							
12.4	Особенности центровки двух роторов, имеющих три опорных подшипника							
12.5	Способы расчета центровки валопровода турбины							
12.6	Расчет центровки валопровода на персональном компьютере							
13	НОРМАЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ РАСШИРЕНИЙ ТУРБИН	8	5	3	3		2	2
13.1	Устройство и работа системы тепловых расширений							
13.2	Основные причины нарушения нормальной работы системы тепловых расширений							
13.3	Анализ влияния тепловых расширений на взаимное расположение роторов и деталей статора турбины							
13.4	Способы нормализации тепловых расширений							
13.5	Основные операции по нормализации тепловых расширений, выполняемые во время ремонта турбины							
14	НОРМАЛИЗАЦИЯ ВИБРАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ТУРБОАГРЕГАТА	8	10	8	3	5	2	2
14.1	Основные причины возникновения вибрации							
14.2	Вибрация как один из критериев оценки состояния и качества ремонта турбины							
14.3	Основные дефекты, влияющие на изменение вибрационного состояния турбины, и их признаки							
14.4	Методы нормализации параметров вибрации турбоагрегата							
15	РЕМОНТ И НАЛАДКА СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И ПАРОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ	8	6	4	4		2	2
15.1	Особенности организации ремонтного обслуживания систем регулирования, защит и парораспределения							
15.2	Материалы, применяемые в системах регулирования и парораспределения							

15.3	Ремонт и наладка отдельных узлов системы автоматического регулирования							
15.4	Ремонт элементов системы парораспределения							
15.5	Сервомоторы							
16	ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ТЭС	8	4	2	2		2	2
16.1	Основные термины и определения							
16.2	Цели и задачи диагностики							
16.3	Диагностика в процессе эксплуатации							
16.4	Предремонтная диагностика							
16.5	Контроль и диагностика, выполняемые в процессе ремонта							
16.6	Послеремонтная диагностика							
Итого по дисциплине			95	68	51	17	27	27

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ И САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

6.1 Практические занятия

Таблица 6.2 – Распределение практических работ по разделам дисциплины для очной формы обучения

№ работы	№ раздела	Тема занятия	Время на выполнение работы, час
1.	2	Основные системы организации ремонта тепломеханического оборудования в России и мире.	2
2.	3	Основные конструктивные особенности паровых турбин.	2
3.	4	Основные материалы, применяемые при ремонте турбин. Порядок заказа и обеспечения материалами.	4
4.	12	Центровка валов и подшипников.	4
5.	14	Нормализация вибрационного состояния. Балансировка роторов.	5

7. ТЕМАТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Не предусмотрено.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

8.1 Рекомендуемая литература

8.1.1 Основная литература

1. Правила организации технического обслуживания и ремонта оборудования, зданий и сооружений электростанций и сетей. СО 34.04.181-2003. М.: 2004. 455 с.
2. Родин В.Н. Ремонт паровых турбин: Учебное пособие. Издание второе переработанное и дополненное./ В.Н. Родин, А.Г. Шарапов, Б.Е. Мурманский и др.; Под общ. Ред. Ю.М. Бродова и В.Н. Родина. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2005. 438 с.
3. Молочек В.А. Ремонт паровых турбин. М.: Энергия, 1968. 376 с.
4. Сверчков А.Н. Ремонт и наладка паровых турбин. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1954. 532 с.
5. Бродов Ю.М. Техническое обслуживание и ремонт теплообменных аппаратов паротурбинных установок: учеб. пособие / Ю.М. Бродов, К.Э.Аронсон, Т.Ф. Богатова, П.Н. Плотников, А.Ю. Рябчиков. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ. 2005. 302 с.

8.1.2 Дополнительная литература

1. Стерман Л.С. Тепловые и атомные электрические станции: учебник для вузов./ Стерман Л.С., Лавытин В.М., Тишин С.Г. М.: Изд. МЭИ, 2000. 408 с.
2. Костюк А.Г. и др. Турбины тепловых и атомных электрических станций: учебник для вузов. М.: Изд. МЭИ, 2001. 488 с.
3. Теплообменники энергетических установок: учебник для вузов, изд. 2-е, перераб. и доп. г. Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2008. 816 с.
4. Мурманский Б.Е. Трубопроводы тепловых электрических станций: Учебное пособие./ Мурманский Б.Е., Богатова Т.Ф. и др.; Под общ. Ред. Ю.М. Бродова. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. 300 с.
5. Периодические журналы «Теплоэнергетика», «Электрические станции», «Тяжелое машиностроение».

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Общие требования

Для успешного освоения дисциплины необходима современная научно-техническая библиотека, компьютерная аудитория, оснащенная программным обеспечением.

9.2 Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Плакаты по конструкциям и выполнению ремонтов отдельного тепломеханического оборудования. Фотографии натуральных дефектов отдельных элементов турбин. Натурные образцы различных видов арматуры. Плакаты по правилам ремонта арматуры. Образцы документации, используемой при выполнении ремонтных работ.

В УрФУ имеется современная научно-техническая библиотека. На кафедре "Турбины и двигатели" имеются 2 компьютерных класса, в которых находится 20 современных, быстродействующих компьютеров (доступных студентам), на которых установлено различное программное обеспечение.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1 Рекомендации для преподавателя

- Глубокое освоение теоретических аспектов тематики дисциплины (курса); проработка современных литературных источников; составление списка основной и дополнительной литературы, необходимой для бакалавров, изучающих дисциплину.

- Разработка методики изложения курса: структуры, последовательности изложения материала, подбор тем для самостоятельной работы, а также тестовых заданий и контрольных вопросов для самопроверки знаний студентов.

- Разработка методики самостоятельной работы студентов.

10.2 Рекомендации для студентов

Посещение аудиторных занятий и самостоятельное выполнение контрольных работ и заданий.

Лекции (посещение обязательно) – одно из основных методических руководств при изучении дисциплины, оптимальным образом ориентированное на современное состояние техники и технологии по проведению ремонтов оборудования. В лекциях на современном учебно-методическом уровне рассматриваются главные вопросы изучаемой дисциплины и даются рекомендации по ее более глубокому изучению, в процессе самостоятельной работы.

10.3 Перечень контрольных вопросов для подготовки к итоговой аттестации по дисциплине

1. Какова цель организации системы технического обслуживания и ремонта оборудования ТЭС?
2. Что такое система ППР?
3. Дайте определение терминам "техническое обслуживание" и "ремонт".
4. Перечислите основные показатели эксплуатационного контроля за технико-экономическим состоянием проточной части турбины.
5. Что такое экспресс-испытания? Как они проводятся?
6. Дайте определение терминам "ремонтный цикл" и "структура ремонтного цикла".
7. В чем состоит принципиальная разница между неплановым и плановым ремонтами турбины?
8. Назовите основные отличия в видах ремонта между капитальным, средним и текущим.
9. Чем и как определяются объем и продолжительность ремонтов?
10. Какие методы ремонта вы знаете?
11. Кто является руководителями и ответственными лицами при ремонте турбин на ТЭС?
12. Кто на ТЭС занимается подготовкой к ремонтам?
13. Какова цель моделирования процесса ремонта? Что такое линейная модель процесса ремонта?
14. Что такое сетевая модель? Поясните термин "сетевой график как составная часть сетевой модели".
15. Перечислите основные элементы и основные правила построения сетевого графика ремонта.
16. Перечень и классификация инструмента, применяемого при ремонте турбин. Что такое технологическая оснастка?
17. Что такое "отказ"? Дайте определение, назовите виды отказов.
18. Что такое "неисправность"?
19. Для чего цилиндры имеют горизонтальный и вертикальный разъемы? Как обеспечивается плотность этих разъемов?
20. Чем прежде всего определяется выбор марки материала, применяемого для изготовления корпусов цилиндров?
21. Для чего предназначены вертикальные шпонки? Где они устанавливаются?
22. Назовите величины рабочих зазоров, традиционно устанавливаемые заводами-изготовителями турбин в шпоночных соединениях. Каковы величины тепловых зазоров (гарантированные) по неработающим поверхностям?
23. Назовите характерные неисправности, наиболее часто встречающиеся в процессе ревизии, ремонта и контрольной сборки цилиндров.
24. Каковы основные причины возникновения неплотностей разъемов цилиндров?
25. Каковы основные причины возникновения трещин в корпусах цилиндров?
26. Перечислите последовательность и основные операции по вскрытию цилиндров после расхолаживания турбины.
27. Зачем и как производится маркировка деталей турбины при разборке?
28. Как осуществляется разборка крепежа корпусов цилиндров, в частности на ЦВД?
29. Что такое "паспорт проточной части цилиндра", как и когда он заполняется?
30. Как осуществляется ревизия корпусов цилиндров при ремонте? Что при этом проверяется?

31. Какие методы неразрушающего контроля металла корпусов цилиндров наиболее часто используются?
32. Как устраняются местные дефекты поверхностей разъема?
33. Как устраняются трещины в литых цилиндрах?
34. Перечислите основные операции, которые выполняются в процессе контрольной сборки перед закрытием цилиндров.
35. Перечислите основные операции, предшествующие закрытию цилиндра.
36. Какие основные трудности возникают в период сборки цилиндров, в частности при установке внутреннего корпуса цилиндра в наружный?
37. Из каких элементов состоит диафрагма?
38. Какой формы может быть разъем диафрагмы?
39. Как диафрагмы закрепляются в корпусе цилиндра?
40. Назовите характерные дефекты, наиболее часто встречающиеся при ревизии и ремонте диафрагм и обойм.
41. Каковы основные причины повреждений входных и выходных кромок лопаток диафрагм?
42. Какие контрольные замеры необходимо провести до выемки ротора турбины?
43. Какие основные операции производятся в процессе ревизии обойм и диафрагм?
44. Каким методом можно определить состояние заделки лопаток в тело диафрагм?
45. Какими методами восстанавливают промывы лопаток диафрагм?
46. Какие элементы и почему выбираются за базу при определении взаимного пространственного положения деталей статора и ротора?
47. Какие приспособления могут использоваться при центровке деталей статора турбины?
48. Назовите основные типы конструкции уплотнений, применяемых в турбинах.
49. Поясните конструкцию и принцип действия лабиринтовых уплотнений.
50. Какова толщина гребней уплотнений в зоне их возможного контакта с ротором и чем она определяется?
51. Каковы основные причины появления увеличенных радиальных зазоров в уплотнениях?
52. Каким методом проверяется плотность разъема и как она восстанавливается?
53. Назовите порядок сборки корпусов концевых уплотнений.
54. Как выполняются замеры осевых зазоров в уплотнениях?
55. Назовите основные детали опорного подшипника.
56. Какие материалы применяются для изготовления подшипников?
57. Как подразделяются подшипники по форме расточки?
58. Назовите характерные повреждения баббитовой расточки, возникающие в процессе эксплуатации.
59. Каковы основные причины возникновения течи масла по валу?
60. На что нужно обратить особое внимание при визуальном осмотре подшипника?
61. Как осуществляется вертикальное и горизонтальное перемещение вкладыша в расточке корпуса подшипника?
62. Перечислите основные операции, которые должны быть выполнены перед закрытием корпусов подшипников.
63. Сформулируйте назначение упорного подшипника.
64. Какова величина масляного разбега в упорном подшипнике?
65. Каковы основные причины выработки баббита сегментов упорных подшипников?
66. Какова допускаемая величина отклонения толщины упорных колодок в одном комплекте?

67. Назовите последовательность основных операций при сборке упорного подшипника.
68. Назовите основные операции, выполняемые при подготовке подшипника к перезаливке.
69. Какие технологические приемы необходимо применять при расточке вкладыша для сохранения адгезии между наплавленным баббитом и телом вкладыша?
70. Каковы величины допустимых зазоров в масляных уплотнениях?
71. Как производится удаление отложений с наружной стороны трубок поверхности теплообмена аппаратов?
72. Как производится удаление отложений с внутренней стороны трубок поверхности теплообмена аппаратов?
73. Каковы достоинства и недостатки химического способа удаления загрязнений?
74. В чем заключаются преимущества непрерывной очистки аппаратов в процессе эксплуатации?
75. Как производится водовоздушная очистка вертикальных аппаратов?
76. Чем вакуумная сушка конденсаторов отличается от термической?
77. При каких условиях производится полная замена трубок поверхности теплообмена аппаратов?
78. Для чего нужна термообработка трубок?
79. Что должны выявить гидравлические испытания аппаратов?
80. Каким документом регламентируется величина давления воды, которым производится гидравлическое испытание теплообменного аппарата?
81. Назовите типовые конструкции роторов турбин.
82. Каковы основные достоинства и недостатки каждого из типов конструкции роторов.
83. В какой плоскости производится замер радиального боя ротора и почему?
84. Как организуется проверка геометрии шеек роторов?
85. Назовите основные типовые операции, выполняемые при ревизии ротора.
86. Какие методы используются для контроля металла роторов?
87. Какими методами может быть исправлена геометрия шеек роторов?
88. Какие приспособления используются для снятия насадных деталей роторов?
89. Назовите основные требования, которые необходимо соблюдать при снятии насадных деталей роторов.
90. Как осуществляется кантовка ротора в вертикальное положение и обратно?
91. Какие основные условия должны соблюдаться при сборке роторов?
92. Назовите основные причины искривления роторов.
93. При какой величине прогиба ротора допускается его эксплуатация?
94. Назовите основные методы правки роторов.
95. Какие основные воздействия испытывают рабочие лопатки турбины в условиях эксплуатации?
96. Назовите характерные повреждения рабочих лопаток.
97. На что необходимо обратить внимание при визуальном осмотре лопаток?
98. Какие методы неразрушающего контроля применяются для проверки металла лопаток?
99. Перечислите технологические операции, входящие в процесс восстановления лопаток.
100. Как осуществляется проверка хвостовиков лопаток по шаблону?
101. Каково назначение муфт роторов турбин?
102. Назовите основные типы муфт турбин (классификация).
103. Назовите характерные дефекты, обнаруживаемые при ревизии и ремонте муфт.
104. Перечислите общие требования к муфтам.

105. Как выполняется проверка торцевого боя полумуфт?
106. Как проверяется правильность посадки полумуфты на вал?
107. Какие операции включает в себя центровка турбин во время монтажа? В чем отличие центровки турбины в период ремонта?
108. Как определяется взаимное расположение пары роторов относительно друг друга? Что показывают радиальные замеры и что торцевые?
109. Приведите пример расчета перемещения подшипников одного ротора для совмещения осей пары роторов с четырехопорной системой опирания.
110. Что понимают под центровкой турбоагрегата в целом?
111. На основании какого комплекса данных принимается решение о необходимости центровки валопровода турбины?
112. Что показывают замеры центровки на "горячей" и "холодной" турбине? На основании какого замера центровки можно принимать решение о перецентровке валопровода?
113. Для чего предназначена система тепловых расширений?
114. Назовите основные элементы системы тепловых расширений.
115. Что такое фиксупункт турбины? Где он располагается?
116. Как проявляются нарушения нормальной работы системы тепловых расширений турбины?
117. Назовите основные причины нарушения нормальной работы системы тепловых расширений турбины в условиях эксплуатации. Какие силы возникают при этом?
118. Для чего предназначены разгрузочные устройства?
119. Перечислите мероприятия, применяемые для предотвращения заклинивания в соединениях корпус подшипника — продольная шпонка.
120. Какова должна быть величина зазоров в шпоночных соединениях?
121. Перечислите мероприятия, которые рекомендуется выполнять при капитальных ремонтах турбин для нормализации тепловых расширений турбины.
122. Назовите последовательность операций при подъеме стула (корпуса подшипников турбины).
123. Какими методами восстанавливается прилегание подошвы корпуса подшипников турбины к фундаментной раме?
124. Что такое вибрация турбоагрегата?
125. Для чего проводятся виброобследования (цели проведения виброобследований до и после ремонта)?
126. Назовите нормы вибрации подшипниковых опор турбоагрегата.
127. Перечислите наиболее часто встречающиеся дефекты турбин.
128. Как дисбаланс влияет на вибрацию ротора? Перечислите основные причины появления дисбаланса.
129. Что такое прогиб ротора? Чем могут быть вызваны остаточный прогиб ротора и тепловой прогиб?
130. Назовите дефекты баббита, которые могут быть причинами повышенной вибрации.
131. Каковы причины задеваний в проточной части? Перечислите основные вибрационные признаки задеваний.
132. Перечислите технологические операции, выполняемые во время ремонта по устранению и предотвращению причин, вызывающих повышенную вибрацию.
133. Назовите мероприятия, выполняемые во время ремонта, по профилактике и устранению НЧВ.
134. Перечислите общие требования, предъявляемые к системам регулирования паровых турбин.

135. Перечислите защитные органы турбины.
136. Назовите назначение и принцип действия автоматов безопасности турбин.
137. Какие системы парораспределения турбин вы знаете?
138. Перечислите основные требования, предъявляемые к регулирующим клапанам турбин.
139. Какие узлы турбины наиболее целесообразно ремонтировать в заводских условиях?
140. Перечислите основные характерные дефекты литых цилиндров и корпусов клапанов.
141. Перечислите основные направления работ по продлению срока службы литых цилиндров и корпусов клапанов.
142. Перечислите зоны максимально вероятного возникновения трещин в корпусах цилиндров и клапанов.

10.4 Перечень ключевых слов дисциплины

Таблица 10.4 – Ключевые слова

№ раздела	№ модуля	Наименование раздела	Ключевые слова раздела
1		Введение	Модернизация и реконструкция
2		Организация ремонта оборудования ТЭС	Система технического обслуживания и ремонта, энергоремонтное предприятие, методы контроля металла, инструмент
3		Анализ показателей надежности работы оборудования ТЭС	Показатели надежности, методика сбора информации, основные неисправности
4		Материалы применяемые при ремонте энергетического оборудования и их свойства	Стали, чугуны, отливки, сплавы
5		Ремонт корпусов цилиндров турбин	Характерные дефекты, контрольная сборка, уплотнение фланцевых соединений
6		Ремонт диафрагм и обойм	Характерные дефекты, сборка и центровка
7		Ремонт уплотнений и подшипников	Типовые конструкции, дефекты уплотнений, опорные подшипники, упорные подшипники, осевой разбег

			ротора, перезаливка баббита, напыление расточек
8		Ремонт теплообменного оборудования ТЭС	Теплообменные аппараты, типовые работы, технологии проведения ремонтов
9		Ремонт роторов	Дефекты роторов, разборка, проверка боев, укладка роторов
10		Ремонт рабочих лопаток	Основные материалы рабочих лопаток, характерные повреждения
11		Ремонт муфт роторов	Дефекты муфт, ремонт муфт, сборка муфт
12		Центровка турбин	Расчет центровки, особенности центровки, расчет центровки
13		Нормализация тепловых расширений турбин	Система тепловых расширений, расположение роторов и деталей статора
14		Нормализация вибрационного состояния турбоагрегата	Причины возникновения вибрации, вибрационное состояние турбины, методы нормализации
15		Ремонт и наладка систем автоматического регулирования и парораспределения	Организации ремонтного обслуживания, применяемые материалы, датчики-регуляторы
16		Диагностика состояния оборудования	Диагностика, предремонтная диагностика, контроль и диагностика

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины	3
2. Место дисциплины в структуре ООП	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины	3
4. Объем дисциплины и виды учебной работы	5
5. Содержание дисциплины	5
6. Практические занятия и самостоятельная работа	13
7. Тематика курсового проектирования	13
8. Учебно-методическое обеспечение	14
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	14
10. Методические рекомендации по изучению дисциплины	15