

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

СОВЕТ МЭИ ПО ДИСТАНЦИОННОМУ ОБУЧЕНИЮ
ИНСТИТУТ ЭНЕРГОМАШИНОСТРОЕНИЯ И МЕХАНИКИ (ЭнМИ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор МЭИ

_____ **Маслов С.И.**
« ___ » _____ **2011г.**

Направление подготовки: Энергетика

Квалификация (степень) выпускника: повышение квалификации

Формы обучения: очная, дистанционная

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
«Применение методов лазерной диагностики двухфазных потоков в
элементах ПТУ»

Цикл:	повышение квалификации	
Часть цикла:	повышение квалификации	
№ дисциплины по учебному плану:	повышение квалификации	
Часов (всего) по учебному плану:	144	
Трудоемкость в зачетных единицах:		
Лекции	56 час	
Практические занятия	4 час	
Лабораторные работы	12 час	Не предусмотрено
Расчетные задания, рефераты	0 час	Не предусмотрено
Объем самостоятельной работы по учебному плану (всего)	72 час	
Зачет	2 час	
Курсовые проекты (работы)	Не предусмотрено	

Москва – 2011

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью повышения квалификации является изучение основ теории и методики применения методов лазерной диагностики двухфазных потоков в элементах проточных частей паротурбинных установок.

По завершению повышения квалификации слушатель способен и готов:

- обобщать, анализировать, воспринимать информацию, ставить цели и выбирать пути ее достижения (ОК-1)
- анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-6);

Задачами повышения квалификации являются:

- познакомить слушателя с основами методики применения методов лазерной диагностики двухфазных потоков в элементах проточных частей паротурбинных установок;
- дать представление о физических процессах исследуемых методами лазерной диагностики и возможности применения полученных результатов для разработки проточных частей паротурбинных установок;
- научить принимать и обосновывать конкретные технические решения по применению методов лазерной диагностики двухфазных потоков для экспериментального исследования моделей проточных частей паротурбинных установок.

2. МЕСТО ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Программа базируется на дисциплинах базовой части профессионального цикла основной образовательной программы подготовки бакалавра в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (ФГОС ВПО). Знания, полученные по освоению программы, необходимы слушателям при выполнении работ по экспериментальному исследованию проточных частей паротурбинных установок, в своей профессиональной деятельности.

Программа может быть также применена как дисциплина вариативной части профессионального цикла Б.3 основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилю "Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели".

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

В результате повышения квалификации, обучающиеся должны демонстрировать следующие результаты образования:

Знать:

- основные источники научно-технической информации по методам лазерной диагностики (ОК-7, ПК-6);
- конструкцию экспериментальных стендов для применения методов лазерной диагностики (ПК-10);

Уметь:

- осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и изучать отечественный и зарубежный опыт по применению методов лазерной диагностики для исследования паротурбинных установок (ПК-6);
- анализировать результаты применения методов лазерной диагностики для исследования паротурбинных установок (ПК-19).

Владеть:

- терминологией в области применения методов лазерной диагностики для исследования паротурбинных установок (ОК-2);
- навыками поиска информации о применении методов лазерной диагностики паротурбинных установках (ПК-6);
- информацией о технических параметрах методов лазерной диагностики паротурбинных установок необходимых для использования при конструировании (ПК-17).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

4.1 Структура повышения квалификации

Общая трудоемкость повышения квалификации составляет 144 часа.

№ п / п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу слушателей и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости и (по разделам)
			лк	пр	ла б	сам.	
1	2	3	5	6	7	8	9
1	<i>Типы паротурбинных установок, особенности конструкции паротурбинных установок различного назначения</i>	6	4		-	2	
2	<i>Типовые конструкции элементов проточных частей паровых турбин</i>	8	4			4	
3	<i>Сопловые и рабочие решетки. Уравнения движения. Пограничный слой. Сверхзвуковые режимы течения.</i>	14	10		-	4	
4	<i>Влияние геометрических и режимных параметров на коэффициенты потерь энергии в решетке, снижение потерь энергии в решетках профилей турбомашин</i>	12	8			4	
5	<i>Основы газодинамики двухфазных сред</i>	14	10			4	Тест
6	<i>Основы применения метода РТВ для лазерной диагностики двухфазных</i>	22	4	4-	4-	10	Реферат

	<i>потоков</i>						
7	<i>Основы применения метода PIV для лазерной диагностики двухфазных потоков</i>	22	4	4-	4	10	Реферат
8	<i>Интерференционное изображение диаметров частиц (ИТ).о:</i>	22	4	4	4	10	Реферат
9	<i>Применение методов лазерной диагностики на стендах для изучения течения в проточных частях турбомашин</i>	22	4	4	4	10	Реферат
	Зачет		2				
	Итого	144	54	16	16	58	

4.2 Содержание лекционно-практических форм обучения

4.2.1. Лекции:

1. Типы паротурбинных установок, особенности конструкции паротурбинных установок различного назначения.

Классификация ПТУ различного назначения. Ступени турбомашин, их типы, характеристики. Конструкция ступени турбины. Лопаточный аппарат турбинной ступени. Преобразование энергии в турбинной ступени. Приложение уравнений МЖГ к турбомашинам, решетки профилей. Многоступенчатые турбомашинны.

2. Типовые конструкции элементов паровых турбин.

Регулирующие клапаны, уплотнения, патрубки, диафрагмы, конструкции современных паровых турбин нового поколения различного назначения.

3. Сопловые и рабочие решетки. Уравнения движения. Пограничный слой. Сверхзвуковые режимы течения.

Основные понятия и определения. Классификация решеток турбомашин. Коэффициенты потерь энергии в решетках профилей: коэффициенты потерь на трение, коэффициенты кромочных потерь энергии. Физическая природа концевых потерь энергии и коэффициенты концевых потерь. Теоретические методы расчета профильных и концевых потерь энергии. Интегральные толщины пограничного слоя и их использование для расчета коэффициентов расхода и коэффициентов потерь энергии. Отрыв пограничного слоя с гладких поверхностей Отклонение потока в косом срезе при сверхзвуковых скоростях потока.

4. Влияние геометрических и режимных параметров на коэффициенты потерь энергии в решетке, снижение потерь энергии в решетках профилей турбомашин

Факторы, которые влияют на экономичность ступени. Влияние шага, высоты и углов входа и выхода потока из решеток профилей на их коэффициенты потерь энергии. Связь коэффициентов потерь с коэффициентами скорости. Влияние режимных параметров M и Re на потери в решетках. Использование меридионального профилирования для снижения концевых потерь энергии. Пути снижения профильных потерь энергии. Снижение потерь энергии в решетках профилей путем использования профильных поверхностей в пределах косо́го среза решеток. Основы проектирования решеток профилей.

5. Основы газодинамики двухфазных сред

Основные понятия Особенности двухкомпонентных и двухфазных течений в турбомашинах. Совершенный пар. Гомогенное течение газа с постоянной концентрацией примесей. Течение двухфазной среды при фазовом равновесии или полном переохлаждении. Тепловой скачок- скачок конденсации. Параметры и основные законы термодинамики двухфазных сред. Равновесие фаз. Равновесие систем: пар-капли. Устойчивость состояния среды. Теплофизические характеристики. Одномерное движение переохлажденного пара с конденсацией. Явления нестационарности параметров потока при конденсации. Вихревое, периодически нестационарное течение конденсирующегося и влажного пара. Кромочный след, расчет параметров в следе и турбулентных струях.. Экспериментальные исследования одномерных неравновесных потоков с конденсацией. Результаты эксперимента. Истечение двухфазных сред из сопел и отверстий. Газодинамические характеристики в двухфазной области. Истечение влажного пара, критические параметры.

Опытные данные по течению слабоперегретого и влажного пара. Истечение из щелей.

6. Основы применения метода PTV для лазерной диагностики двухфазных потоков.

Описание метода PTV, обработка данных, описание алгоритмов обработки, отсев ошибочных векторов, приведение поля скоростей к регулярному виду.

7. Основы применения метода PIV для лазерной диагностики двухфазных потоков.

Принцип метода, обработка данных, погрешности и динамический диапазон. Методика стерео PIV.

Описание программного обеспечения Actual Flow, установка, основные элементы, менеджер базы данных, методика проведения эксперимента, процедуры обработки изображения, отображение данных, окно свойств.

8. Интерференционное изображение диаметров частиц (ITI).

Сборка, калибровка и настройка измерительной системы, проведение измерений и обработка данных. Принцип проведения измерений, оптика, погрешности и ограничения.

Оборудование, система освещения, лазер, объектив для формирования лазерного ножа, зеркало для разворота лазерного ножа и изменения области измеряемых параметров.

Система регистрации: камера, блок оптического сжатия, координатник.

Обработка данных: поиск образов капель, вычисление частоты, отсев образов, калибровка, расчеты скоростей капель.

Идентификация колец на изображении при помощи корреляционного метода.

9. Применение методов лазерной диагностики на экспериментальных стендах для изучения течения в проточных частях турбомашин.

Технологическая схема, основные требования, организация измерений, подготовка задачи исследования, рабочие модели, методика проведения эксперимента, обработка и анализ результатов экспериментов.

4.2.2. Практические занятия

1. Применения метода PTV для лазерной диагностики двухфазных потоков. Обработка результатов эксперимента.
2. Применения метода PIV для лазерной диагностики двухфазных потоков. Обработка результатов эксперимента.
3. Интерференционное изображение диаметров частиц (IT). Обработка результатов эксперимента.
4. Применение методов лазерной диагностики на экспериментальных стендах для изучения течения в проточных частях турбомашин. Обработка результатов эксперимента.

4.3. Лабораторные работы

1. Применения метода PTV для лазерной диагностики двухфазных потоков. Методика проведения эксперимента.
2. применения метода PIV для лазерной диагностики двухфазных потоков. Методика проведения эксперимента.
3. Интерференционное изображение диаметров частиц (IT). Методика проведения эксперимента.
4. Применение методов лазерной диагностики на экспериментальных стендах для изучения течения в проточных частях турбомашин. Методика проведения эксперимента.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекционные занятия проводятся в форме лекций с использованием презентаций. Презентации лекций содержат материалы по конструкциям паротурбинных установок, а также графики и диаграммы, результаты применения методов лазерной диагностики.

Практические занятия посвящены методике обработки экспериментальных данных, полученных в результате выполнения лабораторных работ.

Самостоятельная работа включает самостоятельное изучение по методикам дистанционного обучения материала, обработку результатов лабораторных работ, консультации с преподавателем, в том числе по электронной почте, подготовку к собеседованиям и зачету.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для текущего контроля успеваемости используются контрольные опросы, собеседование.

Аттестация по программе – зачет.

Оценка за освоение дисциплины «зачтено».

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Литература:

а) основная литература:

1. А.Г. Костюк, В.В. Фролов, А.Е. Булкин, А.Д. Трухний паровые и газовые турбины для электростанций, Москва, Издательский дом МЭИ, 2008 г., 556с.
2. Б.М. Трояновский, Г.А. Филиппов, А.Е. Булкин Паровые и газовые турбины атомных электростанций, Москва, Энергоатомиздат, 1985, 253с.

б) дополнительная литература:

1. Александров А.А., Григорьев Б.А. Очков В.Ф. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. М: Изд-во МЭИ, 1999.
2. Трухний А.Д., Крупенников Б.Н., Петрунин С.В. Атлас конструкций деталей турбин. - М.: Изд-во МЭИ, 1999. - 148 с., ил.

7.2. Электронные образовательные ресурсы:

а) программное обеспечение для реализации и обработки методов лазерной диагностики;

б) лицензионное программное обеспечение и Интернет-ресурсы: www.power-m.ru; www.utz.ru; www.turboatom.com.ua.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, снабженной мультимедийными средствами для презентации лекций, учебные лаборатории. Примеры слайдов приведены в приложении.

Программа составлена в соответствии с *требованиями ФГОС ВПО* и с учетом рекомендаций ПрООП ВПО по направлению подготовки 141100 «Энергетическое машиностроение» и профилю «Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели».

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

к.т.н., доцент

Тищенко А.А.