

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июня 2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 13.06.01. Электро- и теплотехника

Направленность (специальность) 05.14.04 Промышленная теплоэнергетика

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Методы и техника высокотемпературного эксперимента»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.3.1

Всего: 72 часа

Семестр 5, в том числе

6 часов - контактная работа,
48 часов - самостоятельная работа,
18 часов - контроль.

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 13.06.01 Электро-и теплотехника, утвержденного приказом Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. № 878, и паспорта специальности 05.14.04 Промышленная теплоэнергетика, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является изучение методов проведения экспериментальных исследований и теплотехнических испытаний высокотемпературных теплотехнологических установок.

Задачами дисциплины являются:

- Подготовка обучающихся к постановке и проведению экспериментальных исследований и теплотехнических испытаний ВТУ.
- Приобретение навыков работы с современной измерительной аппаратурой.
- Овладение современными математическими методами планирования экспериментов.

В процессе освоения данной дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности (ОПК-3);
- владеть современными методами исследований процессов, аппаратов и систем промышленной теплоэнергетики (ПК-1);

- обладать способностью разрабатывать и исследовать процессы, аппараты и системы промышленной теплоэнергетики нового поколения (ПК-3).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения учебной дисциплины, обучающиеся должны демонстрировать **следующие результаты образования:**

знать:

- основные источники научно-технической информации по проведению экспериментальных исследований и теплотехнических испытаний ВТУ (УК-1);
- принцип действия и конструктивные особенности специальной измерительной аппаратуры для исследования тепловых процессов ВТУ (ПК-3);
- области использования методов математической теории планирования экспериментальных исследований (ПК-1).

уметь:

- использовать углубленные знания в области естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности (УК-1);
- применять современные методы исследования, проводить теплотехнические испытания и научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы (ОПК-3);
- планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальных исследований (ПК-3).

владеть:

-навыками проведения экспериментальных исследований сложных гидродинамических и теплообменных процессов в ВТУ (ПК-3);

-навыками обработки результатов экспериментальных исследований (ПК-1).

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Организация научных экспериментальных исследований и промышленных испытаний

Значение экспериментальных исследований и организация научных экспериментальных исследований промышленных и теплотехнических испытаний при решении задач энергетики теплотехнологии. Классификация экспериментальных исследований и теплотехнических испытаний. Особенности научного лабораторного эксперимента и промышленных испытаний ВТУ. Основные этапы проведения экспериментальных исследований и промышленных испытаний.

Подготовка к экспериментальным исследованиям и теплотехническим испытаниям ВТУ и их методическое обеспечение. Выбор выходного параметра, варьируемых параметров и диапазона их изменения в эксперименте. Активный, активно-пассивный и пассивный эксперименты.

Разработка методики проведения экспериментальных исследований и промышленных испытаний. Составление схемы измерений, выбор точек замеров, подбор стандартных и специальных измерительных приборов. Подготовка экспериментальных и промышленных установок к исследованиям и испытаниям.

Организация и проведение экспериментальных исследований и технических испытаний ВТУ. Уменьшение числа варьируемых параметров. Методы отсеивания несущественных и малосущественных переменных. Составление плана проведения эксперимента. Методы сокращения числа необходимых экспериментов. Методы проведения экспериментов при исследовании процессов в ВТУ. Методы проведения экспериментов при решении задач оптимизации ВТУ.

2.Обработка результатов экспериментальных исследований и теплотехнологических испытаний

Обработка результатов исследований и теплотехнических испытаний. Обработка результатов экспериментальных исследований и теплотехнических испытаний. Первичная обработка результатов. Выявление грубых наблюдений. Получение математических моделей по результатам эксперимента. Расчет дисперсий, ошибок опытов. Проверка однородности дисперсий, значимости коэффициентов математической модели. Проверка адекватности математических моделей. Анализ полученных результатов, принятие решений.

3.Измерение температуры тел и газовых потоков

Особенности измерений в высокотемпературной теплотехнологии. Измерение температуры высокотемпературных газовых потоков, факела, продуктов сгорания.

Двухспайные термопары, отсасывающие, экранированные, термодинамические пирометры. Измерение температур расплава, шлака в рабочей камере ВТУ. Измерение температуры огнеупорных футеровок, тепловой изоляции, стенок поверхностей нагрева, изделий. Поверхностные и глубинные термопары, термощупы, термочувствительные покрытия, температурные вставки, тепловизоры.

4.Измерение тепловых потоков

Измерение тепловых потоков, их лучистой и конвективной составляющих на поверхности нагрева, заготовки и изделия, слой технологического материала, на ограждение рабочей камеры и ванну расплава, измерение потоков теплоты через огнеупорные и гарнисажные футеровки, тепловую изоляцию, в окружающую среду от наружной поверхности печей. Калориметры, тепломеры, температурные вставки, термозонды теплового сопротивления, в том числе с диатермической завесой, терморациометры.

5.Измерение скоростей газовых потоков

Измерение скоростей, газовых потоков. Измерение скоростей и давлений в газовых потоках ВТУ. Цилиндрические и шаровые аэродинамические зонды, термоанемометры, скоростная киносъемка, методы визуализации потоков.

6.Измерение составов газов

Измерение составов и запыленности газовых потоков. Методы и отбора проб газов, газозаборные трубки, аспираторы.

Измерение запыленности газовых потоков. Методы внешней и внутренней фильтрации. Пылеотборная аппаратура. Исследование гранулометрического состава уноса.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

5 семестр - дифференцированный зачет

Вопросы для самоконтроля и для проведения зачета:

1. Какова классификация экспериментальных исследований и теплотехнологических испытаний?
2. В чем заключены отличия активного, активно-пассивного и пассивного эксперимента?
3. Каким образом можно уменьшить число варьируемых параметров при выполнении процедуры планирования эксперимента?
4. Каким образом составляется матрица полного факторного эксперимента и дробного факторного эксперимента?
5. Как выявить «грубое» наблюдение при проведении эксперимента?
6. С какой целью выполняются расчеты дисперсий, значимости коэффициентов уравнения регрессии?

7. Как проверить адекватность математической модели?
8. Как устроена двухспайная термопара, отсасывающий пирометр?
9. Как выполняются стационарные и переносные калориметры?
10. Как выполнена аппаратура для определения запыленности газов методом внешней и внутренней фильтрации?
11. Особенности научного лабораторного эксперимента и промышленных испытаний ВТУ.
12. Выбор выходного параметра, варьируемых параметров и диапазона их изменения при проведении процедуры планирования эксперимента.
13. Подготовка экспериментальных и промышленных установок к исследованиям и испытаниям.
14. Классификация методов оптимизации при выполнении экспериментальных исследований.
15. Градиентные методы поиска при выполнении оптимизации экспериментальных исследований.
16. Ортогональный центральный композиционный план.
17. Последовательный симплексный метод.
18. Основные этапы статистической обработки результатов эксперимента.
19. Основные погрешности при измерении высокотемпературных газовых потоков и пути их снижения.
20. Термозонды с диатермической завесой и особенности их применения.
21. Методы измерения скорости и давлений в газовых потоках ВТУ.
22. Цилиндрические и шаровые зонды для исследования аэродинамики высокотемпературных газовых потоков.
23. Измерение запыленности высокотемпературных газовых потоков.
24. Методы исследования гранулометрического состава уноса из технологических рабочих камер ВТУ.

Рекомендуемая литература

Основная литература

- 1.Соколов Б.А. Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений - 3-е изд., -М.: Издательский центр «Академия», 2011.
- 2.Соколов Б.А. «Исследование работы высокотемпературной теплотехнологической установки»: методическое пособие по курсу «Методы и техника эксперимента», - М: Издательский дом МЭИ, 2008.
- 3.Троянкин Ю.В. Исследование характеристик газового потока: методическое пособие по курсу «Методы и техника эксперимента», - М: Издательский дом МЭИ, 2007.

Дополнительная литература

- 4.Тепловые и атомные электростанции (кн.3). Справочник / Под общей ред. чл.- корр РАН А.В.Клименко и проф. В.М.Зорина.- М: Изд-во МЭИ, 2003.
- 5.Иванова Г.М., Кузнецов Н.Д. Теплотехнические измерения и приборы. - М: МЭИ, 2005.