

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) 05.09.10 Электротехнология

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Актуальные проблемы теории электронагрева»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.1.1

Всего: 108 часов

Семестр 1, в том числе

6 часов – контактная работа,
84 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 министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 878, и паспорта специальности 05.09.10 «Электротехнология» номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является изучение подходов к решению проблемных задач по основным научным направлениям электротехнологий и электротехнологических установок.

Задачами дисциплины являются:

- ознакомление с основными научными направлениями электротехнологических установок (ЭТУ);
- изучение подходов к решению проблемных задач теплопроводности и технической термодинамики в ЭТУ;
- изучение подходов к решению проблемных задач электрофизических видов нагрева в ЭТУ;
- изучение подходов к решению проблемных задач энергосбережения в ЭТУ, проектирования систем электропитания и автоматического управления ЭТУ.

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

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способность к применению теории электротехнологических процессов в профессиональной деятельности (ПК-1);
- способность к применению теории современных конструкционных материалов и их взаимодействия с электромагнитным полем и концентрированными потоками энергии в профессиональной деятельности (ПК-4).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать **следующие результаты образования:**

знать:

- основные научные направления и проблемные задачи современных электротехнологий (УК-1);

уметь:

- критически анализировать и оценивать современные научные достижения, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- применять теорию процессов электронагрева в профессиональной деятельности (ПК-1);
- применять теорию современных конструкционных материалов и их взаимодействия с электромагнитным полем и концентрированными потоками энергии в профессиональной деятельности (ПК-4);

владеть:

- методологией теоретических и экспериментальных исследований в области электронагрева (ОПК-1);

– культурой научного исследования, в том числе, с использованием новейших информационных технологий (ОПК-2).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Основные научные направления электротехнологических установок

Базовые направления научных знаний и области инженерной деятельности специалистов и ученых, работающих в области разработки, исследования и эксплуатации электротехнологических установок (ЭТУ). Основные электротепловые задачи теории электронагрева. Необходимость приобретения дополнительных знаний в области электрофизики, теплофизики, теплообмена, технической электродинамики и нелинейных электротехнических систем и систем автоматического управления.

2. Проблемы решения теплообменных задач в электротехнологических установках

Проблемные задачи теплопередачи в проектировании ЭТУ. Современные направления в решении этих задач. Основные закономерности в описании излучения твердых тел и плазмы в ЭТУ. Проблемные задачи излучения в процессах электрического нагрева. Основные методологические проблемы моделирования процессов излучения технической плазмы в процессах нагрева. Проблемные задачи конвективных методов нагрева в ЭТУ. Вопросы теории пограничного слоя. Проблемные задачи газодинамики и магнитной гидродинамики в моделировании процессов конвективного нагрева. Критические режимы течения газа и плазмы в ЭТУ. Теплообменные задачи в процессах нагрева электрической дугой. Теплообмен при формировании струй в ЭТУ. Методологические проблемы и основные направления методов решения теплообменных задач в проектировании ЭТУ. Тепловые нагрузки на элементы конструкции ЭТУ. Критические значения тепловой нагрузки и проблемы разработки элементов конструкции ЭТУ при сверхвысоких тепловых нагрузках. Вопросы термической стойкости конструкционных материалов, применяемых в ЭТУ.

3. Проблемы решения задач технической электродинамики электротехнологических установок

Основные подходы в решении задач проникновения энергии электромагнитного поля в проводящих средах в процессах индукционного нагрева и высокочастотного и СВЧ-нагрева диэлектриков и полупроводников. Проблемные задачи индукционного нагрева. Механические усилия в электродинамических системах ЭТУ. Проблемные задачи в проектировании токоподводов мощных ЭТУ. Термические и остаточные напряжения в изделиях при нагреве внутренними источниками теплоты.

4. Проблемы электрофизических видов нагрева в электротехнологических установках

Основные направления электрофизики в решении задач проектирования дуговых, плазменных, ионно-плазменных и электроннолучевых установок. Классические подходы в моделировании электрической дуги и их бесперспективность в решении практических задач проектирования ЭТУ. Проблемы разработки математической модели дуги как генератора мощных тепловых потоков в ЭТУ. Методы эмиссионной электроники в решении задач проектирования плазменных и электронно-лучевых установок. Основные направления развития ионно-плазменных процессов в электротехнологии. Проблемы реализации лучевых методов нагрева в вакуумных плазменных и электронных печах. Основные понятия теории электрического пробоя в электротехнике. Проблемы электрической прочности конструкции промышленных плазмотронов. Основные задачи электрической прочности и направления их решения в разработке конструкций вакуумных ЭТУ.

5. Проблемные задачи энергосбережения в электротехнологических установках, проектирования систем электропитания и автоматического управления электротехнологических установок

Проблемы энергосбережения в ЭТУ. Пути снижения электрических потерь в ЭТУ и их системах электропитания. Проблемы использования крио-

генных индукторов, токоподводов и т.д. в мощных ЭТУ. Проблемы уменьшения негативного влияния ЭТУ на питающую сеть.

Методологические особенности проектирования электротехнических систем индукционных установок. Методологические особенности проектирования электротехнических систем с электрической дугой. Проблемы использования методов математического моделирования в разработке и проектировании систем электропитания и автоматического управления современных ЭТУ.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

1 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и для проведения зачета

1. Базовые направления научных знаний и области инженерной деятельности специалистов и ученых, работающих в области разработки, исследования и эксплуатации электротехнологических установок (ЭТУ).
2. Основные электротепловые задачи теории электронагрева.
3. Основные закономерности в описании излучения твердых тел и плазмы в ЭТУ. Проблемные задачи излучения в процессах электрического нагрева. Основные методологические проблемы моделирования процессов излучения технической плазмы в процессах нагрева..
4. Проблемные задачи конвективных методов нагрева в ЭТУ. Вопросы теории пограничного слоя. Проблемные задачи газодинамики и магнитной гидродинамики в моделировании процессов конвективного нагрева. Критические режимы течения газа и плазмы в ЭТУ. Теплообменные задачи в процессах нагрева электрической дугой. Теплообмен при формировании струй в ЭТУ.

5. Методологические проблемы и основные направления методов решения теплообменных задач в проектировании ЭТУ.
6. Проблемы разработки элементов конструкции ЭТУ при сверхвысоких тепловых нагрузках. Вопросы термической стойкости конструкционных материалов, применяемых в ЭТУ.
7. Основные подходы в решении задач проникновения энергии электромагнитного поля в проводящих средах в процессах индукционного нагрева и высокочастотного и СВЧ-нагрева диэлектриков и полупроводников. Проблемные задачи индукционного нагрева. Термические и остаточные напряжения в изделиях при нагреве внутренними источниками теплоты.
8. Механические усилия в электродинамических системах ЭТУ. Проблемные задачи в проектировании токоподводов мощных ЭТУ.
9. Основные направления электрофизики в решении задач проектирования дуговых, плазменных, ионно-плазменных и электроннолучевых установок.
10. Классические подходы в моделировании электрической дуги и их перспективность в решении практических задач проектирования ЭТУ. Проблемы разработки математической модели дуги как генератора мощных тепловых потоков в ЭТУ.
11. Методы эмиссионной электроники в решении задач проектирования плазменных и электронно-лучевых установок.
12. Проблемы реализации лучевых методов нагрева в вакуумных плазменных и электронных печах.
13. Проблемы электрической прочности конструкции промышленных плазмотронов. Основные задачи электрической прочности и направления их решения в разработке конструкций вакуумных ЭТУ.
14. Проблемы энергосбережения в ЭТУ. Пути снижения электрических потерь в ЭТУ и их системах электропитания ЭТУ. Проблемы исполь-

- зования криогенных индукторов, токоподводов и т.д. в мощных ЭТУ.
Проблемы уменьшения негативного влияния ЭТУ на питающую сеть.
15. Методологические особенности проектирования электротехнических систем индукционных установок.
 16. Методологические особенности проектирования электротехнических систем с электрической дугой.
 17. Проблемы использования методов математического моделирования в разработке и проектировании систем электропитания и автоматического управления современных электротехнологических установок.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Электротехнический справочник. Т.4. Использование электрической энергии. / Под ред. В.Г. Герасимова и др. – М.: Издательство МЭИ, 2002. 696 с.
2. Франк-Каменецкий Д.А. Лекции по физике плазмы. – Долгопрудный: Интеллект, 2008. 280 с.

Дополнительная литература:

3. Алиферов А., Лупи С. Индукционный и электроконтактный нагрев металлов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. 411 с.
4. Струпинский М.Л., Хренков Н.Н., Кувалдин А.Б. Проектирование и эксплуатация систем электрического обогрева в нефтегазовой отрасли. – М.: Инфра-Инженерия, 2015. 272 с.
5. Шешин Е.П. Вакуумные технологии. – М.: Интеллект, 2009. 504 с.