

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

«Обработка материалов в электромагнитном поле»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.2.2

Всего: 108 часов

Семестр 3, в том числе

6 часов – контактная работа,
84 часа – 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 освоение подходов к применению теории обработки материалов в электромагнитном поле к созданию, моделированию и исследованию электротехнологических установок и комплексов.

Задачами дисциплины являются:

- изучение основных физических закономерностей, качественных и количественных характеристик и областей применения процессов обработки материалов в электромагнитном поле;
- изучение процессов взаимодействия современных конструкционных материалов с электромагнитным полем;
- овладение методикой теоретических и экспериментальных исследований в области обработки материалов в электромагнитном поле.

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

- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способность к применению теории электротехнологических процессов в профессиональной деятельности (ПК-1);
- владение методами математического и физического моделирования электротехнологических процессов и установок (ПК-2);

– 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 физические закономерности, качественные и количественные характеристики и области применения процессов обработки материалов в электромагнитном поле (ПК-1);

уметь:

– применять в профессиональной деятельности теорию процессов обработки материалов в электромагнитном поле (ПК-1);

– применять теорию современных конструкционных материалов и их взаимодействия с концентрированными потоками энергии в профессиональной деятельности (ПК-4);

владеть:

– методологией теоретических и экспериментальных исследований в области инновационных электротехнологий (ОПК-1);

– методами математического моделирования процессов и установок обработки материалов в электромагнитном поле (ПК-2).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Классификация видов электромагнитной обработки материалов

Основные виды электромагнитной обработки материалов: термические (плавка, нагрев под обработку давлением, термическая обработка и др.) и нетермические (силовое воздействие на проводящие твердые и жидкие материалы, обработка пластмасс и других материалов). Основные физические закономерности и математическое описание воздействия электромагнитного поля на материалы. Влияние параметров электромагнитного поля и свойств мате-

риалов на процесс электромагнитной обработки. Математическое моделирование процессов индукционного нагрева.

2. Скоростной индукционный нагрев и свойства материалов

Скоростной индукционный нагрев изделий под обработку давлением и поверхностную закалку. Термические напряжения в изделиях, возникающие при нагреве. Методика расчета эффективных электрических и тепловых режимов нагрева с учетом ограничений на значения термических напряжений в изделиях.

3. Силовое воздействие электромагнитного поля на металлические заготовки и расплавы металлов

Физические основы и математическое описание силового воздействия на проводящую среду. Электромагнитная подвеска и транспортировка изделий. Магнитно-импульсная штамповка. Электромагнитное извлечение металлических частиц из отходов (электромагнитная сепарация). Специальное оборудование и режимы его работы.

Электромагнитные силы и управление движением расплава в индукционных тигельных и канальных печах. Плавка в холодном тигле. Электромагнитные насосы, системы перемешивания и дозаторы.

4. Нагрев цилиндрических металлических заготовок при их вращении в неоднородном постоянном магнитном поле

Математическое описание и конструктивные решения устройств для нагрева цилиндрических металлических заготовок при их вращении в неоднородном постоянном магнитном поле. Применение сверхпроводящих и постоянных магнитов. Технико-экономические характеристики устройств и области их применения.

5. Нагрев диэлектриков на высоких и сверхвысоких частотах

Физические основы диэлектрического нагрева на высоких и сверхвысоких частотах. Поляризация и электрофизические свойства диэлектриков. Математическое описание процесса диэлектрического нагрева. Источники питания установок диэлектрического нагрева. Конструкции устройств, области применения и технико-экономические характеристики.

6. Нетермическая обработка диэлектрических материалов с использованием сверхвысоких частот

Особенности формирования структуры термореактивных и термопластичных полимеров (эпоксидный компаунд, поликапроамидное волокно и другие материалы) и модификация их физико-механических свойств при нетермическом воздействии электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Физический механизм воздействия СВЧ электромагнитного поля на полимерные материалы. Специальное оборудование и режимы его работы.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

3 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и для проведения зачета

1. Технико-экономическое сравнение нагрева металлических заготовок в индукционных нагревателях и электропечах сопротивления.
2. Основные преимущества индукционных плавильных тигельных и канальных печей.
3. Частоты тока и удельные поверхностные мощности, применяемые в индукционных установках различных типов.
4. Математическое моделирование процесса индукционного нагрева.
5. Выбор частоты тока и удельной поверхностной мощности при проектировании этапов скоростного индукционного нагрева заготовок под обработку давлением.

6. Факторы, определяющие значение и распределение термических напряжений в сечении заготовки.
7. Основное уравнение для математического моделирования формы поверхности расплава в индукционной тигельной печи.
8. Управление движением расплава в индукционной канальной печи.
9. Принцип действия устройств электромагнитной сепарации.
10. Плавка в холодном тигле; особенности конструктивного выполнения холодного тигля.
11. Области применения и основные технико-экономические характеристики установок нагрева цилиндрических металлических заготовок при их вращении в неоднородном постоянном магнитном поле.
12. Виды поляризации диэлектриков и значения относительной диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь..
13. Выбор частоты и удельной объемной мощности в процессах диэлектрического нагрева.
14. Применение комбинированного нагрева для сушки диэлектрических материалов.
15. Физический механизм нетеплового воздействия СВЧ электромагнитного поля на полимерные диэлектрические материалы.

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

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Алиферов А., Луи С. Индукционный и электроконтактный нагрев металлов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. 411 с.

Дополнительная литература:

2. Промышленная теплотехника и теплоэнергетика: Справочник. / Под ред. А.В. Клименко и В.М. Зорина. – М.: Издательство МЭИ, 2004. 632 с.
3. Электротехнический справочник. Т.4. Использование электрической энергии. / Под ред. В.Г. Герасимова и др. – М.: Издательство МЭИ, 2002. 696 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.

ЛИЦЕНЗИОННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Специализированный программный пакет расчета физических полей *ELCUT*.