

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) 05.14.12 Техника высоких напряжений

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Высоковольтные электротехнологии»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.2.1

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,

код и название направления

утвержденного приказом Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. № 878, и паспорта специальности, указанной в номенклатуре специальностей научных работников

05.14.12 Техника высоких напряжений,

шифр и название специальности

утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является подготовка специалистов высшей квалификации в области высоковольтных электротехнологий, способных решать исследовательские и специальные задачи в области практического применения сильных электрических полей, плазмохимических процессов и технологий, процессов воздействия сильных электромагнитных полей на материалы с применением технологических сильноточных устройств.

Задачами дисциплины являются:

– изучение процессов, происходящих в аэрозольных и гидрозольных системах под воздействием электрических сил с практическим применением сильных электрических полей;

– изучение плазмохимических процессов и технологий;

– изучение процессов воздействия сильных электромагнитных полей на материалы с практическим применением технологических сильноточных устройств;

– подготовка специалистов в области высоковольтных электротехнологий, способных использовать высоковольтные электротехнологические аппараты и установки для решения практических технологических задач.

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);

– готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

– способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);

– готовность организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности (ОПК-4);

– готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-5);

– готовность к разработке и использованию электроэнергетических, электротехнологических, электрофизических и испытательных установок высокого напряжения (ПК-3);

– способность к экспериментальным и теоретическим исследованиям воздействия электрических разрядов, сильных электрических и магнитных полей на дисперсные системы, твердые и жидкие материалы (ПК-4);

– готовность к разработке физико-математических моделей, осуществлению численного моделирования и проведению расчетов электромагнитных полей и электрофизических процессов в плазме электрического разряда, в изоляции электрооборудования.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

– основные источники научно-технической информации по физике процессов поведения аэрозольных частиц в сильных электрических полях, по плазмохимическим процессам, по процессам воздействия сильных электромагнитных полей на материалы, по принципам действия и конструкциям высоковольтных электротехнологических аппаратов (УК-1);

– действующие подходы в области применения высоковольтных электротехнологических аппаратов и установок (ПК-4);

– основные методы расчета высоковольтных электротехнологических процессов и аппаратов (ПК-3);

уметь:

– самостоятельно разбираться в методиках расчета высоковольтных электротехнологических установок и применять их для решения поставленной задачи (ПК-4);

– осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые конструкционные элементы высоковольтных электротехнологических аппаратов (ПК-3);

– самостоятельно выполнять расчеты процессов, являющихся основой высоковольтных электротехнологий (ПК-3);

– самостоятельно выполнять расчет высоковольтных электротехнологических аппаратов и анализ эффективности их применения (ПК-3);

– использовать компьютерные программы для проведения расчётов высоковольтных электротехнологических процессов и установок (ПК-9);

владеть:

– навыками дискуссии по профессиональной тематике (УК-3);

– терминологией в области электротехнологических процессов и аппаратов, используемых в технике высоких напряжений (УК-3);

– навыками выполнения расчетов высоковольтных электротехнологических установок и анализа эффективности их применения в технологических процессах (ПК-3);

– навыками применения полученной информации при проектировании и эксплуатации высоковольтных электротехнологических аппаратов и установок (ПК-3).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Процессы осаждения аэрозольных частиц в электрическом поле.

Роль электротехнологий в промышленном производстве и их место среди традиционных технологических процессов. Осаждение частиц. Осаждение монодисперсных частиц из ламинарного потока. Осаждение в плоском канале под действием постоянных внешних сил. Эффективность осаждения. Осаждение на горизонтальном участке круглой трубы. Осаждение под действием центробежных сил. Осаждение под действием сил зеркального отображения. Условие забора аэрозоля заборными трубками. Осаждение частиц из турбулентного потока. Сведения о турбулентном течении. Осаждение частиц из турбулентного потока в поле постоянных внешних сил. Эффективность осаждения частиц из турбулентного потока.

2. Процессы на осадительном электроде.

Поведение отдельно взятой частицы на электроде. Силы адгезии частиц к электроду. Поведение частицы на электроде в электрическом поле и при коронном разряде в промежутке. Поведение слоя на осадительном электроде. Определение характеристик порошкового слоя. Зарядка и разрядка слоя на электроде. Обратная корона с порошкового слоя. Время возникновения обратной короны. Сила, действующая на слой, в электрическом поле и при

коронном разряде в промежутке. Влияние слоя на вольт-амперную характеристику коронного разряда.

3. Коллективные процессы в аэрозольных системах.

Электростатическое рассеяние монодисперсного аэрозоля. Влияние концентрации частиц на характеристики коронного разряда. Движение частиц по силовым линиям. Движение частиц поперек силовых линий. Характеристики полидисперсного аэрозоля.

4. Электротехнологии, основанные на применении сильных электрических полей.

Очистка газов электрофильтрами. Конструкция электрофильтров. Степень очистки газов в электрофильтрах. Особенности определения эффективности осаждения в электрофильтрах. Способы борьбы с обратной короной в электрофильтрах. Электросепарация. Классификация электросепараторов. Сепарация по электропроводности. Трибоэлектростатическая сепарация. Пироэлектрическая сепарация. Диэлектрическая сепарация. Нанесение покрытий в электрическом поле. Электроокраска. Электропневмораспылители. Нанесение порошковых покрытий. Электрический кипящий слой. Электротеплопечать. Электрофотография. Ксерокс. Электрокаплеструйная печать. Обезвоживание нефтепродуктов. Физические основы обезвоживания нефтепродуктов. Конструкция промышленных технологических установок для обессоливания и обезвоживания нефти и нефтепродуктов. Технологии обезвоживания нефтепродуктов.

5. Высоковольтные плазмохимические технологии.

Плазмохимические технологии. Основы плазмохимических преобразований. Генераторы озона и озонные технологии. Электросинтез озона. Технологии конверсии газов в плазме газового разряда. Очистка топочных газов от оксидов азота и серы. Модификация поверхности материалов в плазме газового разряда.

6. Процессы статической электризации и методы борьбы с проявлениями статического электричества.

Нейтрализация зарядов статического электричества. Статическое электричество при перекачке нефтепродуктов по трубопроводам. Методы измерения основных параметров, характеризующих статическую электризацию. Способы защиты от разрядов статического электричества. Применение нейтрализаторов зарядов статического электричества.

7. Высоковольтные электротехнологии импульсного воздействия на материалы.

Технологии импульсного воздействия на материал. Электрогидравлические технологии. Электроэрозионная обработка материалов. Магнитно-импульсная обработка материалов.

8. Аэрозольные электрогазодинамические устройства и аппараты.

Аэрозольные электрогазодинамические устройства. Конденсационные ЭГД-генераторы заряженного аэрозоля. Струи заряженного аэрозоля. ЭГД-генераторы. ЭГД-компрессоры

9. Источники питания для высоковольтных технологий.

Высоковольтные высокочастотные трансформаторы. Высоковольтные выпрямители. Умножители напряжения. Источники импульсных микросекундных и наносекундных напряжений.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

3 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

Вопросы, включенные в билеты для дифференциального зачета:

1. Виды электротехнологий с использованием сильных электрических полей и импульсных токов. Основные особенности и характеристики, области использования.

2. Основные характеристики газовой среды, ионизованного газа, подвижность частиц. Основные элементарные процессы в газовом разряде.

3. Ударная ионизация в газе. Коэффициент ударной ионизации. Коэффициент прилипания. Лавина электронов. Процессы вторичной ионизации. Условие самостоятельности разряда.

4. Развитие разряда в резко неоднородных полях. Начальные и разрядные напряжения при разных полярностях напряжения.

5. Понятие коронного разряда. Коронный разряд в коаксиальной системе электродов. Вольтамперная характеристика коронного разряда.

6. Характеристика аэрозольных систем: понятие аэрозолей, виды аэрозолей.

7. Зарядка частиц. Основные виды зарядки. Скорости зарядки. Предельные заряды частиц.

8. Движение аэрозольных частиц в электрическом поле и потоке воздуха: силы, действующие на частицу. Понятие подвижности частиц. Электрическая подвижность частиц. Число Рейнольдса.

9. Ламинарный и турбулентный режим движения. Характеристика турбулентного режима течения. Коэффициент турбулентной диффузии. Эффективность осаждения частиц из ламинарного и турбулентного потока в поле постоянных внешних сил.

10. Силы, действующие на частицу на поверхности электрода. Силы адгезии частиц к электроду.

11. Поведение частицы на электроде в электрическом поле. Заряд, приобретаемый частицей на электроде. Силы, действующие на частицу на электроде со стороны электрического поля коронного разряда.

12. Характеристики порошкового слоя. Зарядка и разрядка слоя на электроде.

13. Обратная корона с порошкового слоя. Время возникновения обратной короны. Влияние слоя на электроде на вольт-амперную характеристику коронного разряда. Сила, действующая на порошковый слой на электроде в поле коронного разряда.

14. Коллективные процессы в аэрозольных системах. Электростатическое рассеяние монодисперсного аэрозоля. Влияние концентрации частиц на характеристики коронного разряда.

15. Очистка газов электрофильтрами: преимущества по сравнению с другими способами очистки. Принципиальная схема электрофильтра. Конструкция электрофильтров. Основные элементы электрофильтра. Требования к коронирующим и осадительным электродам.

16. Степень очистки газов в электрофильтрах. Особенности определения эффективности осаждения частиц в электрофильтрах. Способы борьбы с обратной короной в электрофильтрах.

17. Понятие электросепарации. Классификация электросепараторов. Барабанный электростатический сепаратор. Барабанный коронно-электростатический сепаратор.

18. Барабанный трибоэлектростатический сепаратор. Сепараторы с кипящим слоем (трибоэлектростатические флюидизационные сепараторы). Трибоэлектростатический сепаратор свободного падения.

19. Пироэлектрическая сепарация. Диэлектрическая сепарация.

20. Обезвоживание нефтепродуктов. Физические основы обезвоживания нефтепродуктов. Технологии обезвоживания нефтепродуктов.

21. Электропечать. Электрофотография. Электрокаплеструйная печать.

22. Электроокраска. Процесс распыления жидкости в электрическом поле. Электростатические распылители.

23. Нанесение порошковых покрытий: преимущества и область применения. Нанесение порошковых покрытий в электрическом кипящем слое. Электропневмораспылители. Распылители с внутренней и внешней зарядкой.

24. Статическая электризация и ее последствия. Способы защиты от разрядов статического электричества. Нейтрализация зарядов статического электричества. Типы нейтрализаторов.

25. Технологии импульсного воздействия на материал. Электрогидравлические технологии. Электроэрозионная обработка материалов.

26. Магнитно-импульсная обработка материалов. Индукторы. Концентраторы магнитного потока.

27. Плазмохимические технологии. Основы плазмохимических преобразований: химически активные частицы, скорость химической реакции, константа скорости реакции, энергия активации. Особенности плазмохимических реакций.

28. Озон и его свойства. Способы получения озона. Электросинтез озона. Технологические применения озона.

29. Принцип действия барьерного озонатора. Влияние зазора, диэлектрического барьера, частоты питающего напряжения на выходные характеристики озонатора.

30. Технологии конверсии газов в плазме газового разряда. Понятие G-фактора. Конверсия оксидов азота и серы в плазме импульсного разряда. Очистка топочных газов от окислов азота и серы.

31. Основные виды высоковольтных источников для технологий.

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

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Электрофизические основы техники высоких напряжений. Учебник для вузов / И.М. Бортник, И.П. Верещагин, А.Г. Темников и др. Под ред. И.П. Верещагина – М.: Издательский дом МЭИ, 2010.

2. М.В. Соколова, С.А. Кривов. Электрофизические процессы в газовой изоляции. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008.

3. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. – М.: Издательство Интеллект, 2009.

Дополнительная литература:

4. Высоковольтные электротехнологии. Учебное пособие для вузов / А.А.Белогловский, И.П.Верещагин, А.Г. Темников и др. Под ред. И.П.Верещагина. - М.: Издательство МЭИ, 2000.

5. Физико-математические основы техники высоких напряжений. Учеб. пособие для вузов / В.В. Базуткин, К.П. Кадомская, Е.С. Колечицкий и др.; Под ред. К.П. Кадомской. – М.: Энергоатомиздат, 1995.

6. Верещагин И.П. Коронный разряд в аппаратах электронно-ионной технологии. – М.: Энергоатомиздат, 1985.

7. Сборник задач по высоковольтным электротехнологиям: Учебное пособие / И.П. Верещагин, С.А. Кривов, Г.З. Мирзабекян, В.В. Панюшкин, А.Г. Темников. Под ред. Темникова А.Г. - М.: Издательство МЭИ, 2004.

8. Основы электрогазодинамики дисперсных систем. Учебное пособие для вузов / И.П.Верещагин, В.И.Левитов, Г.З.Мирзабекян, М.П. Пашин. - М.: Энергия, 1974.

9. Дымовые электрофильтры / В.И. Левитов, И.К. Решидов, И.П. Верещагин и др. Под ред. В.И. Левитова. - М.: Энергия, 1980.

10. Физические основы электрической сепарации / А.И. Ангелов, И.П. Верещагин, В.С. Ершов и др. Под ред. В.И. Ревнивцева. – М: Недра, 1983.