

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированных электротехнологических установок

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н. Вильбергер М. Е.
“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Плазменные электротехнологические установки и системы

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская
программа: Автоматизированные электротехнологические комплексы

Курс: 1, семестр : 1

Факультет мехатроники и автоматизации,

		Семестр
№	Вид деятельности	1
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	65
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	36
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	30
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	9
10	Самостоятельная работа, час.	79
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №1500 от 21.11.2014 г. , дата утверждения: 11.12.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

АЭТУ, протокол заседания кафедры №4 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета мехатроники и автоматизации, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

профессор, д.т.н. Аньшаков А. С.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Алиферов А. И.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Алиферов А. И.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.4 способность использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:
з6. знать физические основы способов электротеплового преобразования энергии
у4. уметь применять полученные теоретические и практические знания для решения актуальных задач
Компетенция ФГОС: ПК.24 способность принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения; в части следующих результатов обучения:
у2. уметь оценивать энергетическую эффективность разрабатываемых объектов и систем
Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений; в части следующих результатов обучения:
з1. знать основные конструктивные решения электротехнологических установок, критерии целесообразности их использования для достижения поставленных целей

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
Плазменные электротехнологические установки и системы	
ОПК.4.з6 знать физические основы способов электротеплового преобразования энергии	
1.о физических основах плазменных электротехнологий	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
2.плазменные ЭТУ для природоохранных технологий и ряда отраслей промышленности	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.4.у4 уметь применять полученные теоретические и практические знания для решения актуальных задач	
3.разрабатывать плазменные ЭТУ	Практические занятия; Самостоятельная работа
4.пути повышения ресурса непрерывной работы электродов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.5.з1 знать основные конструктивные решения электротехнологических установок, критерии целесообразности их использования для достижения поставленных целей	
5.конструктивные особенности и комплектность плазменных ЭТУ	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
6.основные конструктивные схемы генераторов низкотемпературной плазмы	Практические занятия; Самостоятельная работа
7.о современном состоянии электроплазменной техники	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.24.у2 уметь оценивать энергетическую эффективность разрабатываемых объектов и систем	
8.выполнять расчеты технологических электроплазменных устройств	Практические занятия; Самостоятельная работа
9.энергетические характеристики плазмогенераторов	Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 1			
Дидактическая единица: Физические основы плазменных электротехнологий			

1. Современное состояние плазменных электротехнологий. Технологическое назначение плазменных ЭТУ: электротехнологическое оборудование для нанесения покрытий, порошковой металлургии, природоохранных технологий	0	2	2, 7
Дидактическая единица: Энергетические характеристики плазмогенераторов			
2. Основы физики газоразрядной плазмы. Классификация газовых разрядов. Основы физики атомных столкновений. Возбуждение, ионизация, рекомбинация. Подвижность и диффузия заряженных частиц. Взаимодействие газоразрядной плазмы с твердыми поверхностями. Электроны проводимости в металле. Потенциальный барьер. Эмиссия термоэлектронная, автоэлектронная (полевая), термоавтоэлектронная, фотоэлектронная, вторичная. Эффект Шоттки. Уравнение Ричардсона-Дешмана. Нейтрализация и аккомодация ионов.	0	4	1
Дидактическая единица: Конструктивные схемы генераторов низкотемпературной плазмы			
3. Конструктивные особенности и комплектность плазменных ЭТУ. Источники питания плазменных установок. Разрядная камера и газовый тракт. Система управления электрическим режимом, газовым потоком.	0	4	5
Дидактическая единица: Плазменное электротехнологическое оборудование для нанесения покрытий, порошковой металлургии, других отраслей промышленности и экологического назначения			
4. Плазменные установки экологического назначения. Твердые бытовые отходы - возобновляемое энергетическое сырье. Методы термической переработки отходов. Газификация органической части отходов. Электроплазменная печь для переработки медицинских и бытовых отходов. Экологический блок очистки синтез-газа. Жидкое шлакоудаление. Сжигание синтез-газа для теплоснабжения	0	4	2
Дидактическая единица: Ресурс непрерывной работы электродов			
5. Эрозия и ресурс работы электродов. Взаимодействие дуги с электродами. Тепловые потоки в электроды через опорные пятна дуги. Плотность тока на термокатоде. Эрозия термоэмиссионных и термохимических катодов. Удельная эрозия цилиндрических электродов. Влияние шунтирования дуги и аэродинамики потока на эрозию электродов. Пути повышения ресурса непрерывной работы электродов	0	4	4

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Энергетические характеристики плазмогенераторов				
1. Характеристики плазмотронов для электропечи по переработке бытовых отходов	3	4	5, 8, 9	Построение ВАХ на основе результатов экспериментального исследования воздушного плазмотрона мощностью до 100 кВт

Дидактическая единица: Плазменное электротехнологическое оборудование для нанесения покрытий, порошковой металлургии, других отраслей промышленности и экологического назначения				
2. Газификация органических топлив в низкотемпературной плазме	5	5	1, 2, 8	Расчет плазменной газификации органической составляющей техногенных отходов.
3. Плазменное нанесение порошковых покрытий	4	5	1, 2, 5, 8	Плазмотроны с межэлектродными вставками для напыления. Параметры двухфазной плазменной струи. Методика расчета скорости и температуры частиц в потоке.
4. Плазменная переработка техногенных отходов	4	5	1, 2, 3, 5	На практическом занятии студенты делают доклады по заранее выданным темам и участвуют в дискуссиях по докладам. Темы докладов: Шахтная плазменная печь и система очистки дымовых газов Плазмогенераторы для нагрева окислительно-восстановительных сред Плазменная технология переработки бытовых и углеродсодержащих промышленных отходов
Дидактическая единица: Физические основы плазменных электротехнологий				
5. Плазменное воспламенение пылеугольных потоков	3	4	1, 2, 5	Термохимическая подготовка топлива к сжиганию Система плазменного воспламенения угля Плазмотроны для розжига пылеугольных потоков
Дидактическая единица: Конструктивные схемы генераторов низкотемпературной плазмы				
6. Вольт-амперные характеристики одно и двухкамерного плазмотронов для нагрева различных газов	3	4	3, 6	Плазмотрон для нагрева инертных газовых сред. Однокамерный плазмотрон с выходным ступенчатым электродом Двухкамерный плазмотрон для нагрева окислительных сред
Дидактическая единица: Ресурс непрерывной работы электродов				

7. Эрозия вольфрамовых термокатодов	4	4	4	На практическом занятии студенты делают доклады по заранее выданным темам и участвуют в дискуссиях по докладам. Темы докладов: Тепловые потоки и эрозия стержнево-го термокатада Тепловые потоки и эрозия интенсив-но охлаждаемого термокатада
8. Эрозия медных трубчатых электродов	4	5	4, 6	На практическом занятии студенты делают доклады по заранее выданным темам и участвуют в дискуссиях по докладам. Темы докладов: Особенности эрозии холодного катода Ресурс работы медных анодов

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	РГЗ	3, 5, 6, 8	50	7
Целью расчетно-графической работы (РГР) является проведение расчетных исследований электроразрядной полости двухкамерного плазмотрона. : Аньшаков А. С. Генераторы термической плазмы [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. С. Аньшаков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1177_1324124944.doc . - Загл. с экрана.				
2	Дополнительная учебная деятельность	1, 4, 7, 9	10	0
Самостоятельная работа: Аньшаков А. С. Генераторы термической плазмы [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. С. Аньшаков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1177_1324124944.doc . - Загл. с экрана.				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 4, 5, 6, 7, 9	19	2
: Аньшаков А. С. Генераторы термической плазмы [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. С. Аньшаков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1177_1324124944.doc . - Загл. с экрана.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Портал НГТУ

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 1		
<i>Лекция:</i>	4	9
<i>Практические занятия:</i>	18	36
<i>РГЗ:</i>	18	35
Контролирующие материалы приводятся в "Анышаков А. С. Генераторы термической плазмы [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. С. Анышаков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1177_1324124944.doc . - Загл. с экрана."		
<i>Зачет:</i>	10	20
Контролирующие материалы приводятся в "Анышаков А. С. Генераторы термической плазмы [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. С. Анышаков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1177_1324124944.doc . - Загл. с экрана."		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Зачет
ОПК.4	з6. знать физические основы способов электротеплового преобразования энергии	+	+
	у4. уметь применять полученные теоретические и практические знания для решения актуальных задач	+	+
ПК.24	у2. уметь оценивать энергетическую эффективность разрабатываемых объектов и систем		+
ПК.5	з1. знать основные конструктивные решения электротехнологических установок, критерии целесообразности их использования для достижения поставленных целей	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Чередниченко В. С. Плазменные электротехнологические установки : [учебник для вузов по специальности 140605 "Электротехнологические установки и системы", направления подготовки 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии"] / В. С. Чередниченко, А. С. Анышаков, М. Г. Кузьмин. - Новосибирск, 2011. - 601 с. : ил., - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163018

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>

5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Аньшаков А. С. Генераторы термической плазмы [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. С. Аньшаков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1177_1324124944.doc. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Microsoft Windows

2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Для проведения лекций

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированных электротехнологических установок

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
д.т.н., профессор Н.И. Щуров
“ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Плазменные электротехнологические установки и системы

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская
программа: Автоматизированные электротехнологические комплексы

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Плазменные электротехнологические установки и системы приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (РГЗ(Р))	Промежуточная аттестация (зачет)
ОПК.4 способность использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности	зб. знать физические основы способов электротеплового преобразования энергии	Газификация органических топлив в низкотемпературной плазме Основы физики газоразрядной плазмы. Классификация газовых разрядов. Основы физики атомных столкновений. Возбуждение, ионизация, рекомбинация. Подвижность и диффузия заряженных частиц. Взаимодействие газоразрядной плазмы с твердыми поверхностями. Электроны проводимости в металле. Потенциальный барьер. Эмиссия термоэлектронная, автоэлектронная (полевая), термоавтоэлектронная, фотоэлектронная, вторичная. Эффект Шоттки. Уравнение Ричардсона-Дешмана. Нейтрализация и аккомодация ионов. Плазменная переработка техногенных отходов Плазменное воспламенение пылеугольных потоков Плазменное нанесение порошковых покрытий Плазменные установки экологического назначения. Твердые бытовые отходы - возобновляемое энергетическое сырье. Методы термической переработки отходов. Газификация органической части отходов. Электроплазменная печь для переработки медицинских и бытовых отходов. Экологический блок очистки синтез-газа. Жидкое шлакоудаление. Сжигание синтез-газа для теплоснабжения Современное состояние плазменных электротехнологий. Технологическое назначение плазменных ЭТУ: электротехнологическое оборудование для нанесения покрытий, порошковой металлургии, природоохранных технологий	РГР, раздел 1	Зачет, вопросы 1 - 34
ОПК.4	у4. уметь применять полученные теоретические и практические знания для решения актуальных задач	Вольт-амперные характеристики одно и двухкамерного плазмотрона для нагрева различных газов Плазменная переработка техногенных отходов Эрозия вольфрамовых термокатодов Эрозия и ресурс работы электродов. Взаимодействие дуги с электродами. Тепловые потоки в электроды через опорные пятна дуги. Плотность тока на термокатоде. Эрозия термоэмиссионных и термохимических катодов. Удельная эрозия цилиндрических электродов. Влияние шунтирования дуги и аэродинамики потока на эрозию электродов. Пути повышения ресурса непрерывной работы электродов Эрозия медных трубчатых электродов	РГР, разделы 2 - 4	Зачет, вопросы 49 - 53
ПК.24 способность принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения	у2. уметь оценивать энергетическую эффективность разрабатываемых объектов и систем	Характеристики плазмотронов для электропечи по переработке бытовых отходов		Зачет, вопросы 43 – 46, 48, 54 – 61

ПК.5 готовность проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений	31. знать основные конструктивные решения электроустановок, критерии целесообразности их использования для достижения поставленных целей	Вольт-амперные характеристики одно и двухкамерного плазмо-тронов для нагрева различных газов Конструктивные особенности и комплектность плазменных ЭТУ. Источники питания плазменных установок. Разрядная камера и газовый тракт. Система управления электрическим режимом, газовым потоком. Современное состояние плазменных электротехнологий. Технологическое назначение плазменных ЭТУ: электротехнологическое оборудование для нанесения покрытий, порошковой металлургии, природоохранных технологий Характеристики плазмотронов для электропечи по переработке бытовых отходов Эрозия медных трубчатых электродов	РГР, раздел 5	Зачет, вопросы 35 – 42, 47, 62 – 66
--	--	--	---------------	-------------------------------------

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 1 семестре, которая направлена на оценку сформированности компетенций ОПК.4, ПК.24, ПК.5.

Зачет проводится в устной форме, по билетам.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 1 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.4, ПК.24, ПК.5, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт зачета

по дисциплине «Плазменные электротехнологические установки и системы», 1 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-33, второй вопрос из диапазона вопросов 34-66 (список вопросов приведен ниже). В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Плазменные электротехнологические установки и системы»

1. Вольт-амперная характеристика газовых разрядов.
2. Плазмотроны для резки металлов.

Утверждаю: зав. кафедрой АЭТУ _____ Алиферов А.И.
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет менее 10 *баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет 10 - 12 *баллов*.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет 13 - 16 *баллов*.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет 17 - 20 *баллов*.

3. Шкала оценки

В таблице 1 приводится максимальное количество баллов по каждому виду работ в семестре.

Таблица 1

Вид работы	Количество	Оценка в баллах рейтинга
Посещение лекций	9	1
Практические занятия	18	1
посещение		1
выполнение задания		1
Выполнение РГЗ	1	15
Защита РГЗ	1	20
Итого максимальное кол-во баллов за работу = $9 \times 1 + 18 \times (1 + 1) + 1 \times 15 + 1 \times 20 = 80$		
Сдача зачета	Зачет представляет собой ответы на два теоретических вопроса, сосредоточенных в билете. Ответ на каждый вопрос позволяет набрать максимум 10 баллов.	
Итого максимальное кол-во баллов $80 + 20 = 100$		

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Плазменные электротехнологические установки и системы»

1. Типичные газовые разряды в постоянном поле.
2. Вольт-амперная характеристика газовых разрядов.
3. Классификация газовых разрядов.
4. Возбуждение и ионизация атомов (молекул).
5. Столкновительная ионизация.
6. Термическая ионизация. Уравнение Саха.
7. Дрейф и подвижность заряженных частиц.
8. Диффузия заряженных частиц. Соотношение Эйнштейна.
9. Амбиполярная диффузия.
10. Диффузия электронов в магнитном поле.
11. Потенциальная яма и потенциальный барьер для электронов в металле.
12. Термоэлектронная эмиссия. Эффект Шоттки.
13. Холодная (полевая) эмиссия.
14. Термоавтоэлектронная эмиссия.
15. Вторичная электронная эмиссия.
16. Нейтрализация и аккомодация ионов.
17. Электропроводность газоразрядной плазмы.
18. Теплопроводность газоразрядной плазмы.
19. Вязкость плазмы. Джоулево тепло.
20. Термическое равновесие.
21. Квазинейтральность плазмы.
22. Несамостоятельный разряд. Расчет ВАХ.
23. Электронная лавина. Условие пробоя Таунсенда.
24. Закон Пашена.
25. Стримерная теория искрового пробоя.
26. Структура дугового разряда.
27. Виды дуговых разрядов. Катодный слой.

28. Баланс энергии на аноде.
29. Баланс энергии на катоде.
30. Баланс энергии в столбе дуги.
31. Уравнения электродуговой плазмы.
32. Каналовая модель дуги.
33. Устойчивость горения дугового разряда.
34. Зажигание дуги постоянного тока.
35. Плазмотроны с самоустанавливающейся длиной дуги.
36. Плазмотроны с фиксированной длиной дуги.
37. Водородные плазмотроны.
38. Двухструйный плазмотрон.
39. Плавильные плазмотроны.
40. Плазмотроны для резки металлов.
41. Воздушно-плазменная резка металлов.
42. Плазмотроны для напыления: плазмотроны с МЭВ, параметры плазменной струи.
43. Трехструйный реактор.
44. Плазмотрон-реактор с жидкометаллическими электродами.
45. Плазмотрон-реактор с электромагнитным управлением.
46. ВАХ дуги различных схем плазмотронов.
47. Напряженность электрического поля дуги.
48. Тепловой к.п.д. плазмотрона.
49. Удельная эрозия термокатодов.
50. Эрозия цилиндрического медного катода.
51. Эрозия выходного электрода-анода.
52. Устойчивость системы "источник питания - дуга".
53. Шунтирование дуги.
54. Тепловой поток в термокатод.
55. Тепловые потоки в медные катод и анод.
56. Высокочастотные индукционные плазмотроны.
57. Высокочастотные емкостные плазмотроны.
58. Трансформаторный плазмотрон.
59. Плазменная электропечь для переработки бытовых и промышленных отходов.
60. Эколого-экономические аспекты плазменной переработки отходов.
61. Плазменная безмазутная растопка котлов угольных ТЭС.
62. Основы технологии плазменного напыления.
63. Конструкции плазмотронов для напыления.
64. Технология изготовления низкотемпературных электронагревателей.
65. Плазменные технологии в строительной индустрии.
66. Плазменная сварка металлов.

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Плазменные электротехнологические установки и системы», 1 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны рассчитать электрические и тепловые характеристики однокамерного плазмотрона постоянного тока в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графического задания студенты должны определить рабочее значение тока и напряжения дуги, тепловой коэффициент полезного действия, расход плазмообразующего газа, внутренний диаметр выходного электрода и его длина, геометрию катода, непрерывный ресурс работы плазмотрона.

Обязательные структурные части РГЗ:

- 1 – Расчет рабочих параметров и геометрии проточной части плазмотрона;
- 2 – Расчет охлаждения катода;
- 3 – Расчет охлаждения выходного электрода;
- 4 – Расчет магнитной системы;
- 5 – Расчет ресурса работы электродов.

Оцениваемые позиции:

- 1 – Детальность пояснений к проведенным расчетам;
- 2 – Оценка целесообразности внедрения на производство разработанного плазмотрона.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, отсутствует расчет любой из частей РГЗ, оценка составляет менее 18 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: расчет плазмотрона выполнен без детальных пояснений, оценка составляет 18 - 23 балла.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если расчет плазмотрона выполнен в полном объеме с детальными пояснениями, но не предложены пути по повышению эффективности самого устройства, оценка составляет 24 - 29 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если расчет плазмотрона выполнен в полном объеме с детальными пояснениями и было предложено решение по улучшению конструкции плазмотрона, оценка составляет 30 - 35 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ

- Расчет электродугового подогревателя с гладким выходным электродом и вихревой стабилизацией дуги.