

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Высоковольтные электротехнологии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Плазмохимические технологии**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Темников А.Г.
	Идентификатор	Ra0abb123-TemnikovAG-2d4db008

А.Г. Темников

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лебедева Н.А.
	Идентификатор	R75716a03-LebedevaNA-99306648

Н.А.
Лебедева

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Темников А.Г.
	Идентификатор	Ra0abb123-TemnikovAG-2d4db008

А.Г.
Темников

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен применять методы анализа, разрабатывать и обосновывать технические решения при проектировании объектов профессиональной деятельности (высоковольтных электротехнологий)

ИД-2 Демонстрирует знания условий и методов использования низкотемпературной плазмы газового разряда в высоковольтных электротехнологиях

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Защита лабораторной работы № 2 (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы № 3 (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы № 4 (Лабораторная работа)
4. Защита лабораторной работы №1 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работ №1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа № 2 (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	7	4	9	12	15	15
Основы низкотемпературной плазмохимии высокого давления							
Основы низкотемпературной плазмохимии высокого давления		+	+	+	+	+	+
Процессы воздействия низкотемпературной плазмы на материалы							
Процессы воздействия низкотемпературной плазмы на материалы		+	+	+	+	+	+
Плазмохимические технологии синтеза веществ с применением низкотемпературной плазмы							
Плазмохимические технологии синтеза веществ с применением низкотемпературной плазмы		+	+	+	+	+	+
Электросинтез озона и озонные технологии							

Электросинтез озона и озонные технологии	+	+	+	+	+	+
Технологии конверсии газов в плазме газового разряда						
Технологии конверсии газов в плазме газового разряда	+	+	+	+	+	+
Плазмохимические технологии модификация поверхности материалов						
Плазмохимические технологии модификация поверхности материалов	+	+	+	+	+	+
Плазмохимические технологии на основе диэлектрического барьерного разряда						
Плазмохимические технологии на основе диэлектрического барьерного разряда	+	+	+	+	+	+
Вес КМ:	13	24	13	13	13	24

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-2ПК-2 Демонстрирует знания условий и методов использования низкотемпературной плазмы газового разряда в высоковольтных электротехнологиях	Знать: основные методы расчета высоковольтных плазмохимических процессов и аппаратов действующие подходы в области применения высоковольтных электротехнологических аппаратов и установок на основе низкотемпературной плазмы высокого давления в электроэнергетике и электротехнике основные источники научно-технической информации по плазмохимии и электрофизике процессов в низкотемпературной плазме газового разряда высокого давления в объеме газа и на поверхности, по	Защита лабораторной работы №1 (Лабораторная работа) Контрольная работ №1 (Контрольная работа) Защита лабораторной работы № 2 (Лабораторная работа) Защита лабораторной работы № 3 (Лабораторная работа) Защита лабораторной работы № 4 (Лабораторная работа) Контрольная работа № 2 (Контрольная работа)

		принципам действия и конструкциям высоковольтных плазмохимических устройств и аппаратов и областях их использования в электроэнергетике и электротехнике Уметь: самостоятельно выполнять расчеты процессов в высоковольтных плазмохимических установках на основе низкотемпературной плазмы высокого давления и анализ эффективности их применения и анализ эффективности их применения осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию о существующих и новых направлениях применения высоковольтных плазмохимических процессов и аппаратов на основе низкотемпературной плазмы высокого давления в электроэнергетике и электротехнике	
--	--	--	--

		самостоятельно разбираться в методиках расчета процессов в высоковольтных плазмохимических установках и аппаратах и применять их для решения поставленной задачи	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Защита лабораторной работы №1

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 13

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проверка отчета, устная беседа со студентом

Краткое содержание задания:

Изучить основы технологического применения озона:

- - при водоподготовке питьевой воды;
- - в медицине;
- - в экологических целях;
- - в промышленности

Контрольные вопросы/задания:

Знать: действующие подходы в области применения высоковольтных электротехнологических аппаратов и установок на основе низкотемпературной плазмы высокого давления в электроэнергетике и электротехнике	1.Перечислите основные специфические преимущества применения озона при водоподготовке питьевой воды по сравнению с ее хлорированием?
Знать: основные источники научно-технической информации по плазмохимии и электрофизике процессов в низкотемпературной плазме газового разряда высокого давления в объеме газа и на поверхности, по принципам действия и конструкциям высоковольтных плазмохимических устройств и аппаратов и областях их использования в электроэнергетике и электротехнике	1.Какое свойство озона обеспечивает его широкое технологическое применение?
Уметь: осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию о существующих и новых направлениях применения высоковольтных плазмохимических процессов и аппаратов на основе	1.Сколько озона необходимо для обеспечения интенсивного обесцвечивания воды?

низкотемпературной плазмы высокого давления в электроэнергетике и электротехнике	
Уметь: самостоятельно разбираться в методиках расчета процессов в высоковольтных плазмохимических установках и аппаратах и применять их для решения поставленной задачи	1. Как определить степень воздействия озона на полимерные материалы?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Контрольная работ №1

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 24

Процедура проведения контрольного мероприятия: Вариант задания выдается студентам в аудитории, либо высылается почтой ОСЭП. За час обучающиеся должны в письменном виде подготовить своё решение и сдать его на проверку преподавателю (в дистанционном формате: выслать фото-отчет или отсканированное решение почтой ОСЭП).

Краткое содержание задания:

Задания контрольной работы № 1 охватывают следующие разделы дисциплины:

1. Основы низкотемпературной плазмохимии высокого давления;
2. Процессы воздействия низкотемпературной плазмы на материалы;
3. Плазмохимические технологии синтеза веществ с применением низкотемпературной плазмы.

Задание представляет из себя три задачи в рамках указанных разделов дисциплин.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: действующие подходы в области применения высоковольтных электротехнологических	1. Построить зависимость изменения константы скорости плазмохимической реакции синтеза озона в кислородно-азотной смеси в зависимости от плотности газовой смеси при температуры газа 300 К.
--	--

аппаратов и установок на основе низкотемпературной плазмы высокого давления в электроэнергетике и электротехнике	
Знать: основные источники научно-технической информации по плазмохимии и электрофизике процессов в низкотемпературной плазме газового разряда высокого давления в объеме газа и на поверхности, по принципам действия и конструкциям высоковольтных плазмохимических устройств и аппаратов и областях их использования в электроэнергетике и электротехнике	1. Рассчитать изменение константы скорости плазмохимической реакции диссоциации молекулы метана электронным ударом в воздухе в зависимости от напряженности электрического поля в диапазоне от 5 кВ/см до 50 кВ/см при нормальных атмосферных условиях.
Знать: основные методы расчета высоковольтных плазмохимических процессов и аппаратов	1. Рассчитать изменение константы скорости плазмохимической реакции диссоциации молекулярного кислорода электронным ударом в воздухе в зависимости от напряженности электрического поля в диапазоне от 1 кВ/см до 100 кВ/см при нормальных атмосферных условиях. 2. Рассчитать изменение константы скорости плазмохимической реакции синтеза озона в кислородно-азотной смеси в зависимости от температуры газа в диапазоне от 280 К до 400 К.
Уметь: самостоятельно выполнять расчеты процессов в высоковольтных плазмохимических установках на основе низкотемпературной плазмы высокого давления и анализ эффективности их применения и анализ эффективности их применения	1. Рассчитать время жизни молекулы озона, если температура воздуха составляет 340 К, а напряженность электрического поля в разрядном промежутке составляет 20 кВ/см. 2. Рассчитать G-фактор наработки следующих химически активных частиц (атомарного водорода и гидроксильного радикала) при формировании импульсного стримерного электрического разряда в однородном поле, если при приложении к промежутку напряжения 30 кВ протекал электрический ток стримерного разряда 2 А в течение 100 нс. 3. Рассчитать время жизни атомарного кислорода, если температура воздуха составляет 300 К, а напряженность электрического поля в разрядном промежутке составляет 22 кВ/см.
Уметь: самостоятельно разбираться в методиках расчета процессов в высоковольтных плазмохимических установках и аппаратах и применять их для решения поставленной задачи	1. Рассчитать G-фактор наработки следующих химически активных частиц (атомарного кислорода и атомарного азота) при формировании электрического разряда в однородном поле, если при приложении к промежутку напряжения 20 кВ протекал электрический ток стримерного разряда 1 А в

	течение 200 нс.
--	-----------------

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Отлично», если решения всех задач выполнены без ошибок и представлены аргументированные выводы по полученным расчетным результатам

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Хорошо», если решения двух из трех задач выполнены без ошибок и представлены аргументированные выводы по полученным расчетным результатам, а при решении третьей задачи допущены неточности в расчетах и не принципиальные ошибки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно», если решения двух из трех задач выполнены в целом без принципиальных ошибок, но выводы по полученным расчетным результатам слабо аргументированы, а третья задача не решена или при ее решении допущены грубые ошибки

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Неудовлетворительно», если не решены две или три задачи

КМ-3. Защита лабораторной работы № 2

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 13

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проверка отчета, устная беседа со студентом

Краткое содержание задания:

Исследовать работу барьерного озонатора в различных технологических режимах

Контрольные вопросы/задания:

Знать: действующие подходы в области применения высоковольтных электротехнологических аппаратов и установок на основе низкотемпературной плазмы высокого давления в электроэнергетике и электротехнике	1.Перечислите основные практические параметры барьерного озонатора
Знать: основные источники научно-технической информации по плазмохимии и электрофизике процессов в низкотемпературной плазме газового разряда высокого	1.Перечислите основные плазмохимические реакции, проходящие в барьерном озонаторе, и их связь с характеристиками электрического поля в разрядном промежутке

давления в объеме газа и на поверхности, по принципам действия и конструкциям высоковольтных плазмохимических устройств и аппаратов и областях их использования в электроэнергетике и электротехнике	
Уметь: осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию о существующих и новых направлениях применения высоковольтных плазмохимических процессов и аппаратов на основе низкотемпературной плазмы высокого давления в электроэнергетике и электротехнике	1.Постройте зависимость производительности барьерного озонатора от расхода газа при одинаковой частоте и амплитуде приложенного напряжения
Уметь: самостоятельно выполнять расчеты процессов в высоковольтных плазмохимических установках на основе низкотемпературной плазмы высокого давления и анализ эффективности их применения и анализ эффективности их применения	1.Постройте вольт-амперную характеристику барьерного озонатора

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Защита лабораторной работы № 3

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 13

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проверка отчета, устная беседа со студентом

Краткое содержание задания:

Исследовать процессы конверсия газов в плазме газового разряда

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные источники научно-технической информации по плазмохимии и электрофизике процессов в низкотемпературной плазме газового разряда высокого давления в объеме газа и на поверхности, по принципам действия и конструкциям высоковольтных плазмохимических устройств и аппаратов и областях их использования в электроэнергетике и электротехнике	1.Какова роль добавок (воды и аммиака) в процессах конверсии топочных газов в плазме наносекундного разряда?
Знать: основные методы расчета высоковольтных плазмохимических процессов и аппаратов	1.Типичный состав топочных газов при сжигании на электростанции каменного угля
Уметь: осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию о существующих и новых направлениях применения высоковольтных плазмохимических процессов и аппаратов на основе низкотемпературной плазмы высокого давления в электроэнергетике и электротехнике	1.Как связать количество наработанных химически активных частиц и параметры импульса приложенного напряжения?
Уметь: самостоятельно разбираться в методиках расчета процессов в высоковольтных плазмохимических установках и аппаратах и применять их для решения поставленной задачи	1.Построить зависимость степени конверсии оксидов азота и серы от напряженности электрического поля в разрядном промежутке

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-5. Защита лабораторной работы № 4

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 13

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проверка отчета, устная беседа со студентом

Краткое содержание задания:

Исследование процессов модификации поверхности материалов в плазме диэлектрического барьерного разряда

Контрольные вопросы/задания:

Знать: действующие подходы в области применения высоковольтных электротехнологических аппаратов и установок на основе низкотемпературной плазмы высокого давления в электроэнергетике и электротехнике	1.Объясните понятие “модификация поверхности материалов в плазме газового разряда”
Знать: основные источники научно-технической информации по плазмохимии и электрофизике процессов в низкотемпературной плазме газового разряда высокого давления в объеме газа и на поверхности, по принципам действия и конструкциям высоковольтных плазмохимических устройств и аппаратов и областях их использования в электроэнергетике и электротехнике	1.Какие плазмохимические процессы играют роль в модификации поверхности материалов?
Уметь: осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию о	1.Свяжите параметры диэлектрического барьерного разряда и степень его воздействия на поверхность твердых материалов

существующих и новых направлений применения высоковольтных плазмохимических процессов и аппаратов на основе низкотемпературной плазмы высокого давления в электроэнергетике и электротехнике	2. Как скажется интенсивность диэлектрического барьерного разряда на состоянии поверхности модифицируемых материалов?
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-6. Контрольная работа № 2

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 24

Процедура проведения контрольного мероприятия: Вариант задания выдается студентам в аудитории, либо высылается почтой ОСЭП. За час обучающиеся должны в письменном виде подготовить своё решение и сдать его на проверку преподавателю (в дистанционном формате: выслать фото-отчет или отсканированное решение почтой ОСЭП).

Краткое содержание задания:

Задания контрольной работы № 2 охватывают следующие разделы дисциплины:

1. Электросинтез озона и озонные технологии;
2. Технологии конверсии газов в плазме газового разряда;
3. Плазмохимические технологии модификация поверхности материалов.
4. Плазмохимические технологии на основе диэлектрического барьерного разряда.

Задание представляет из себя три задачи в рамках указанных разделов дисциплин.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: действующие подходы в области применения высоковольтных электротехнологических аппаратов и установок на основе	1. Рассчитать энергозатраты на получение озона в следующем режиме работы барьерного озонатора: объемный расход газа 0,5 л/мин, концентрация озона 8,5 г/м ³ , активная мощность разряда 16 Вт.
---	---

низкотемпературной плазмы высокого давления в электроэнергетике и электротехнике	
Знать: основные источники научно-технической информации по плазмохимии и электрофизике процессов в низкотемпературной плазме газового разряда высокого давления в объеме газа и на поверхности, по принципам действия и конструкциям высоковольтных плазмохимических устройств и аппаратов и областях их использования в электроэнергетике и электротехнике	1. Рассчитать концентрацию озона на выходе озонатора на поверхностном разряде и построить ее зависимость от напряжения, приложенного к озонатору (до 6 кВ), при расходе газа 1 л/мин и 2 л/мин. Напряжение возникновения разряда $U_{г} = 2,3$ кВ, емкость диэлектрического барьера $C_{б} = 300$ пФ, емкость разрядного промежутка $C_{п} = 100$ пФ, частота питающего напряжения 15 кГц. При расчете использовать зависимость концентрации озона от фактора удельной энергии.
Знать: основные методы расчета высоковольтных плазмохимических процессов и аппаратов	1. Рассчитать энергозатраты на получение озона в следующем режиме работы барьерного озонатора: объемный расход газа 1,5 л/мин, концентрация озона 10 г/м ³ , активная мощность разряда 20 Вт. 2. Рассчитать концентрацию озона на выходе озонатора на поверхностном разряде и построить ее зависимость от напряжения, приложенного к озонатору (до 6 кВ), при расходе газа 0,5 л/мин и 1,5 л/мин. Напряжение возникновения разряда $U_{г} = 2,2$ кВ, емкость диэлектрического барьера $C_{б} = 250$ пФ, емкость разрядного промежутка $C_{п} = 50$ пФ, частота питающего напряжения 11 кГц. При расчете использовать зависимость концентрации озона от фактора удельной энергии.
Уметь: самостоятельно выполнять расчеты процессов в высоковольтных плазмохимических установках на основе низкотемпературной плазмы высокого давления и анализ эффективности их применения и анализ эффективности их применения	1. Определить время барботажного озона-воздушной смеси, необходимое для обработки воды объемом $V_{в} = 1,0$ л с дозой озона, растворенного в воде, $DO_{з} = 0,5$ мг/л. При расчете принять высоту водяного столба в барботажной камере $h_{в} = 0,3$ м, диаметр пузырьков при их всплытии считать неизменным и равным $d = 3$ мм. Расход воздуха при барботаже составляет $V_{г} = 0,5$ л/мин, а концентрация озона в газе не меняется и равна 2 мг/л. Температура обрабатываемой воды $t_{в} = +20^{\circ}\text{C}$, которой соответствует коэффициент распределения $R_t = 0,22$. 2. Построить зависимость производительности озонатора на поверхностном разряде от приложенного напряжения при расходе газа $V_{г} = 1$ л/мин и 2 л/мин. Напряжение возникновения разряда $U_{г} = 2,3$ кВ, емкость диэлектрического барьера $C_{б} = 300$ пФ, емкость разрядного промежутка $C_{п} = 100$ пФ, частота питающего напряжения 15 кГц. При расчете использовать зависимость концентрации

	озона от фактора удельной энергии. Определить оптимальный для обработки воды режим работы озонатора.
Уметь: самостоятельно разбираться в методиках расчета процессов в высоковольтных плазмохимических установках и аппаратах и применять их для решения поставленной задачи	1. Рассчитать максимальное значение переменного напряжения на электродах барьерного озонатора, при котором произойдет пробой промежутка. Озонатор представляет собой коаксиальную систему электродов с диаметром электродов $D_{нар} = 43$ мм и $D_{внутр} = 40$ мм; толщина диэлектрического барьера 0.5 мм, относительная диэлектрическая проницаемость 6,5. Электрическое поле в воздушном промежутке можно считать однородным. 2. Построить зависимость производительности озонатора на барьерном разряде от приложенного напряжения при расходе газа $V_{г} = 2$ л/мин. Напряжение возникновения разряда $U_{г} = 1,5$ кВ, емкость диэлектрического барьера $C_{б} = 150$ пФ, емкость разрядного промежутка $C_{п} = 30$ пФ, частота питающего напряжения 13 кГц. При расчете использовать зависимость концентрации озона от фактора удельной энергии. Определить оптимальный для обработки воды режим работы озонатора.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Отлично», если решения всех задач выполнены без ошибок и представлены аргументированные выводы по полученным расчетным результатам

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Хорошо», если решения двух из трех задач выполнены без ошибок и представлены аргументированные выводы по полученным расчетным результатам, а при решении третьей задачи допущены неточности в расчетах и не принципиальные ошибки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно», если решения двух из трех задач выполнены в целом без принципиальных ошибок, но выводы по полученным расчетным результатам слабо аргументированы, а третья задача не решена или при ее решении допущены грубые ошибки

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Неудовлетворительно», если не решены две или три задачи

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Билет 1

Теоретическая часть

1. Основы плазмохимической кинетики. Виды плазмохимических реакций в низкотемпературной плазме. Скорость химической реакции. Константа скорости реакции.
2. Диэлектрические барьерные разряды: их роль в низкотемпературной плазмохимии высокого давления, характеристики, особенности, преимущества.

Расчетная часть

3. Определить время барботажного озона-воздушной смеси, необходимое для обработки воды объемом $V_{\text{в}} = 1,0$ л с дозой озона, растворенного в воде, $\text{DO}_3 = 0,5$ мг/л. При расчете принять высоту водяного столба в барботажной камере $h_{\text{в}} = 0,3$ м, диаметр пузырьков при их всплытии считать неизменным и равным $d = 3$ мм. Расход воздуха при барботаже составляет $V_{\text{г}} = 0,5$ л/мин, а концентрация озона в газе не меняется и равна 2 мг/л. Температура обрабатываемой воды $t_{\text{в}} = +20^\circ\text{C}$, которой соответствует коэффициент распределения $R_t = 0,22$.

Процедура проведения

Проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на подготовку ответа – 60 минут.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-2 Демонстрирует знания условий и методов использования низкотемпературной плазмы газового разряда в высоковольтных электротехнологиях

Вопросы, задания

1. Билет 1

Теоретическая часть

1. Роль высоковольтных плазмохимических электротехнологий на основе низкотемпературной плазмы высокого давления в промышленном производстве и их место среди традиционных технологических процессов. Низкотемпературная плазма и способы ее получения.
2. Плазмохимические технологии на основе диэлектрического барьерного разряда.

Расчетная часть

3. Рассчитать концентрацию озона на выходе озонатора на поверхностном разряде и построить ее зависимость от напряжения, приложенного к озонатору (до 6 кВ), при расходе газа 1 л/мин и 2 л/мин.

2. Билет 10

Теоретическая часть

1. Технологические применения озона.
2. Методы конверсии газов. Процессы конверсии газов в плазме газового разряда. Химически активные частицы и конверсия газов.

Расчетная часть

3. Рассчитать энергозатраты на получение озона в следующем режиме работы барьерного озонатора: объемный расход газа 0,5 л/мин, концентрация озона 8,5 г/м³, активная мощность разряда 16 Вт.

3.Билет 9

Теоретическая часть

1. Барьерный озонатор. Выходные характеристики озонатора. Вольт-амперная характеристика озонатора.
2. Кинетика плазмохимических процессов конверсии газов в импульсном коронном разряде. Влияние состава газа и вводимых добавок на процессы конверсии в газоразрядной плазме. Влияние потока газа на процессы плазмохимической конверсии.

Расчетная часть

3. Рассчитать максимальное значение переменного напряжения на электродах барьерного озонатора, при котором произойдет пробой промежутка. Озонатор представляет собой коаксиальную систему электродов с диаметром электродов $D_{нар} = 43$ мм и $D_{внутр} = 40$ мм; толщина диэлектрического барьера 0,5 мм, относительная диэлектрическая проницаемость 6,5. Электрическое поле в воздушном промежутке можно считать однородным.

4.Билет 8

Теоретическая часть

1. Электросинтез озона. Основные плазмохимические процессы формирования и разложения озона. Озонатор на поверхностном разряде.
2. Плазмохимические технологии конверсии топочных газов тепловых электростанций.

Расчетная часть

3. Построить зависимость производительности озонатора на поверхностном разряде от приложенного напряжения при расходе газа $V_{г} = 1$ л/мин и 2 л/мин. Напряжение возникновения разряда $U_{г} = 2,3$ кВ, емкость диэлектрического барьера $C_{б} = 300$ пФ, емкость разрядного промежутка $C_{п} = 100$ пФ, частота питающего напряжения 15 кГц. При расчете использовать зависимость концентрации озона от фактора удельной энергии. Определить оптимальный для обработки воды режим работы озонатора.

5.Билет 7

Теоретическая часть

1. Озон и его свойства. Способы получения озона.
2. Конверсия токсичных газовых выбросов автомобильного транспорта.

Расчетная часть

3. Рассчитать энергозатраты на получение озона в следующем режиме работы барьерного озонатора: объемный расход газа 1,5 л/мин, концентрация озона 10 г/м³, активная мощность разряда 20 Вт.

6.Билет 6

Теоретическая часть

1. Полимеризация в низкотемпературной плазме. Технологии плазмохимической полимеризации.
2. Плазмохимические технологии конверсии летучих органических соединений.

Расчетная часть

3. Определить время барботажного озона-воздушной смеси, необходимое для обработки воды объемом $V_{в} = 1,0$ л с дозой озона, растворенного в воде, $DO_3 = 0,5$ мг/л. При расчете принять высоту водяного столба в барботажной камере $h_{в} = 0,3$ м, диаметр пузырьков при их всплытии считать неизменным и равным $d = 3$ мм. Расход воздуха при барботаже составляет $V_{г} = 0,5$ л/мин, а концентрация озона в газе не меняется и равна 2 мг/л. Температура обрабатываемой воды $t_{в} = +20^{\circ}\text{C}$, которой соответствует коэффициент распределения $R_t = 0,22$.

7.Билет 5

Теоретическая часть

1. Процессы и механизмы синтеза веществ с применением низкотемпературной плазмы. Плазмохимические технологии синтеза органических материалов.
2. Процессы и технологии модификации поверхности материалов в плазме газового разряда.

Расчетная часть

3. Рассчитать концентрацию озона на выходе озонатора на поверхностном разряде и построить ее зависимость от напряжения, приложенного к озонатору (до 6 кВ), при расходе газа 1 л/мин и 2 л/мин. Напряжение возникновения разряда $U_{г} = 2,3$ кВ, емкость диэлектрического барьера $C_{б} = 300$ пФ, емкость разрядного промежутка $C_{п} = 100$ пФ, частота питающего напряжения 15 кГц. При расчете использовать зависимость концентрации озона от фактора удельной энергии.

8.Билет 4

Теоретическая часть

1. Гетерогенные плазмохимические реакции. Скорость гетерогенных процессов. Физико-химические эффекты воздействия низкотемпературной плазмы на материалы.
2. Технологии плазмохимического нанесения тонких пленок и покрытий.

Расчетная часть

3. Рассчитать изменение константы скорости плазмохимической реакции синтеза озона в кислородно-азотной смеси в зависимости от температуры газа в диапазоне от 280 К до 400 К.

9.Билет 3

Теоретическая часть

1. Плазмохимические и электрофизические процессы, происходящие в низкотемпературной плазме газового разряда высокого давления при ее взаимодействии с поверхностью электродов и диэлектриков.
2. Технологии плазмохимического травления материалов.

Расчетная часть

3. Рассчитать G-фактор наработки следующих химически активных частиц (атомарного кислорода и атомарного азота) при формировании электрического разряда в однородном поле, если при приложении к промежутку напряжения 20 кВ протекал электрический ток стримерного разряда 1 А в течение 200 нс.

10.Билет 2

Теоретическая часть

1. Химически активные частицы. Энергия активации реакции. Плазмохимические процессы, происходящие в низкотемпературной плазме высокого давления в объеме газа.
2. Поверхностный разряд. Барьерный разряд. Копланарный разряд.

Расчетная часть

3. Рассчитать изменение константы скорости плазмохимической реакции диссоциации молекулярного кислорода электронным ударом в воздухе в зависимости от напряженности электрического поля в диапазоне от 1 кВ/см до 100 кВ/см при нормальных атмосферных условиях.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. В топочных газах тепловых электростанций отсутствуют оксиды серы при их работе на?

Ответы:

- 1 - торфе
- 2 - природном газе
- 3 - мазуте
- 4 - угле

Верный ответ: 2

2. Области технологического применения озона?

Ответы:

- 1 - балет
- 2 - медицина
- 3 - сельское хозяйство
- 4 - авиация

Верный ответ: 2, 3

3. Какой порядок предельно допустимой концентрации озона?

Ответы:

- 1 - кг/м³
- 2 - г/см³
- 3 - мкг/л
- 4 - мг/м³

Верный ответ: 3, 4

4. При воздействии низкотемпературной плазмы на поверхность твердых материалов всегда присутствует реакция?

Ответы:

- 1 - гетерогенная
- 2 - гомогенная
- 3 - экзотермическая
- 4 - медленная

Верный ответ: 1

5. Плазмохимическое травление - это реакция?

Ответы:

- 1 - синтеза
- 2 - горения
- 3 - разложения
- 4 - полимеризации

Верный ответ: 3

6. Что из перечисленного относится к химическим активным частицам?

Ответы:

- 1 - O₂
- 2 - e
- 3 - H₂O
- 4 - OH

Верный ответ: 2, 4

7. Размерность константы скорости двухчастичной плазмохимической реакции?

Ответы:

- 1 - А
- 2 - см³/с
- 3 - В
- 4 - м/с

Верный ответ: 2

8. Какие бывают виды химических реакций?

Ответы:

- 1 - долгие
- 2 - последовательные
- 3 - обратимые
- 4 - качественные

Верный ответ: 2, 3

9. Какой из эффектов достигается при плазмохимической модификации поверхности материалов?

Ответы:

- 1 - сволочильность
- 2 - свойлачиваемость
- 3 - сваливаемость
- 4 - свариваемость

Верный ответ: 2

10. Какие из перечисленных относятся к диэлектрическим барьерным разрядам?

Ответы:

- 1 - копланарный
- 2 - коронный
- 3 - поверхностный
- 4 - факельный

Верный ответ: 1, 3

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из экзаменационного билета и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.