

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 09.09.2021 22:58:36
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»
(СПбГТИ(ТУ))

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
_____ А.В.Гарабаджиу
« ____ » _____ 2016 г.

Рабочая программа дисциплины
ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
И ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ

Направление подготовки
18.06.01 Химическая технология

Направленность программы аспирантуры
Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

Квалификация
Исследователь. Преподаватель-исследователь.

Форма обучения

Очная

Факультет **химии веществ и материалов**
Кафедра **технологии электрохимических производств**

Санкт-Петербург
2016

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		Доцент Агафонов Д.В.
Разработчик		Евреина Н.В.

Рабочая программа дисциплины «**Технология электрохимических процессов и защита от коррозии**» обсуждена на заседании кафедры Технологии электрохимических производств
протокол от «20» февраля 2017 № 5

Заведующий кафедрой технологии
электрохимических производств

Д.В.Агафонов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета
протокол от 18 мая 2017 № 8

Председатель

С.Г.Изотова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направленности
подготовки
«Технология электрохимических
процессов и защита от коррозии»

Д.В.Агафонов

Директор библиотеки

Т.Н. Старостенко

Начальник отдела аспирантуры и
докторантуры

О.Н. Еронько

СОДЕРЖАНИЕ

1	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2	Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	5
3	Объем дисциплины	5
4	Содержание дисциплины	
4.1	Разделы дисциплины и виды занятий.....	6
4.2	Занятия лекционного типа.....	6
4.3	Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия).....	10
4.4	Самостоятельная работа.....	12
5	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	13
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	13
7	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	14
8	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	15
9	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	16
10	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	16
10.1	Информационные технологии.....	16
10.2	Программное обеспечение.....	16
10.3	Информационные справочные системы.....	16
11	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	16
12	Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	17
Приложения: 1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации		18

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы аспирантуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-6	способность и готовность выбирать, совершенствовать и разрабатывать электрохимические технологии в части гидрометаллургической промышленности, гальванотехники, электролиза расплавов, технологии печатных плат, химических источников тока	<p>Знать: теоретические основы электрохимических реакций, особенности реализации технологических процессов, применяемые в гидрометаллургической промышленности, гальванотехнике, электролизе расплавов, технологии печатных плат, химических источников тока.</p> <p>Уметь: применять полученные знания для решения конкретных практических задач.</p> <p>Владеть: теоретическими знаниями в области электрохимической технологии, методами исследования электрохимических процессов и технологий.</p>
ПК-7	способность и готовность выбирать, совершенствовать и разрабатывать технологии в части методов изучения коррозионных процессов и разработки методов защиты от коррозии	<p>Знать: известные и перспективные электрохимические методы защиты от коррозии в различных областях промышленности</p> <p>Уметь: применять полученные знания для решения конкретных задач по защите промышленных объектов, морских судов, газопроводов и т.д. от коррозии.</p> <p>Владеть: физико-химическими основами процессов защиты от коррозии в различных средах</p>
ПК-8	способность и готовность конструировать и выбирать технологическое оборудование для реализации электрохимических процессов	<p>Знать: технологическое оборудование, используемое в технологии электрохимических производств.</p> <p>Уметь: Конструировать и выбрать технологическое оборудование для реализации тех или иных</p>

		технологических процессов. Владеть: информацией о современном технологическом оборудовании, используемом в технологии электрохимических производств.
--	--	---

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части (Б1.В.ОД.1) и изучается на 3 курсе в 5 и 6 семестрах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Методология научного исследования», «Инновационные направления химической технологии», «Информационные технологии в науке и образовании», «Защита интеллектуальной собственности»..

Полученные в процессе изучения дисциплины «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе аспиранта и при выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

3 Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	5/180
Контактная работа с преподавателем:	78
занятия лекционного типа	39
занятия семинарского типа, в т.ч. семинары, практические занятия	39
КСР	36
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	66
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	реферат
Форма промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	экзамен

4 Содержание дисциплины

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы (семинары и/или практические занятия)	Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции
1	Основы электрохимии	8	4	8	ПК-6, ПК-8
2	Теоретические основы электрохимических производств, их классификация и аппаратурное оформление	12	8	15	ПК-6, ПК-8
3	Химические источники электрического тока (ХИТ)	9	16	20	ПК-6, ПК-8
4	Теоретические основы коррозионных процессов, методы защиты от коррозии	10	11	25	ПК-7, ПК-8

4.2 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	<p>Термодинамическая возможность химических реакций. Основные закономерности гомогенных и гетерогенных химических реакций. Адсорбция на однородных и неоднородных поверхностях, основные типы изотерм. Электрохимические системы и их термодинамическая особенность. Равновесные и неравновесные электродные потенциалы: причина возникновения, уравнение и расчет равновесных потенциалов. Выбор относительной шкалы потенциалов. Диаграмма термодинамической устойчивости воды.</p> <p>Явления адсорбции при возникновении двойного электрического слоя (ДЭС). Процессы заряжения и разряда двойного слоя. Теории, строение и методы исследования ДЭС в электролитах различного вида.</p> <p>Кинетика электродных реакций. Основные понятия:</p>	8	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>поляризации, поляризационные кривые, механизм протекания электрохимических реакций, методы снятия поляризационных кривых. Принцип независимости электрохимических реакций. Различные виды замедленных стадий: электрохимический акт, диффузия, образование новой фазы(кристаллизация). Основные уравнения диффузионной кинетики с учетом миграции и конвекции и их анализ. Кинетика процессов с замедленной стадией переноса заряда. Уравнение Тафеля и Фрумкина и определение электрохимических параметров.</p> <p>Металлическая связь. Понятие о зонной теории металлов. Кристаллическая структура и дефекты решетки металлов. Диаграммы состояния и свойства сплавов. Твердые растворы, фазы внедрения, интерметаллические соединения. Объемная и граничная диффузия в металлах и сплавах. Сегрегация и выделение фаз по границам зерен. Основные виды термической обработки сплавов. Прочность и деформируемость металлов и сплавов. Долговечность металлов под нагрузкой. Усталость металлов</p>		
2	<p>Кинетика реакций при электроосаждении и растворении металлов. Механизм электрокристаллизации и основные уравнения этого процесса. Влияние поверхностно- активных веществ на рост кристаллов. Влияние на структуру и свойства гальванических осадков состава электролита (природы и концентрации ионов основного металла, ионов других металлов, рН, поверхностно-активных веществ), режима электролиза (плотности тока, температуры перемешивания, нестационарных условий), состояния поверхности катода. Причины образования губчатых осадков и методы их устранения. Условия и механизм образования блестящих осадков. Условия совместного разряда ионов металла при получении электролитических покрытий и металлов.</p> <p>Особенности анодного растворения металлов. Растворение металлов в активном и пассивном состоянии. Влияние состава раствора на кинетику окисления металлов в активном состоянии. Стадийное протекание электрохимического акта при анодном растворении металла</p> <p>Кинетика электродных реакций при электрохимическом синтезе, электролизе растворов без выделения металлов и размерной обработке металлов. Характерные особенности процессов</p>	12	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>электрохимического синтеза, связанные с многостадийностью процессов окисления и восстановления при образовании сложных неорганических и органических соединений. Роль состояния поверхности электрода. Электродный потенциал и селективность процессов электрохимического окисления и восстановления. Электролиз при контролируемом потенциале. Принципы выбора состава подвергаемого электролизу раствора: электролиз с катализаторами-переносчиками.</p> <p>Метод поляризационных кривых. Определение замедленной стадии с помощью вращающегося электрода и температурно-кинетическим методом. Определение тока обмена, коэффициентов переноса и числа электронов, участвующих в электрохимической реакции.</p> <p>Применение релаксационных потенциостатических методов для исследования механизма электрохимической реакции. Основной потенциостатический метод. Метод ступенчатого изменения потенциала. Циклический потенциостатический метод. Релаксационные гальваностатические методы. Основной гальваностатический метод. Циклический гальваностатический метод. Двухимпульсный гальваностатический метод. Хронопотенциометрия. Кулоностатический и кулонометрический методы. Переменноточковые методы. Метод фарадеевского импеданса.</p> <p>Классификация методов испытаний устойчивости конструкционных материалов к различным видам коррозии. Ускоренные испытания их преимущества и ограничения. Методы испытания на газовую коррозию. Гравиметрические испытания на коррозию в электролитических средах.</p> <p>Метод поляризационного сопротивления. Химические и электрохимические методы оценки устойчивости к межкристаллитной и питтинговой коррозии. Испытания на контактную и щелевую коррозию. Испытания на коррозию под напряжением. Натурные и производственные испытания. Контроль коррозии в условиях эксплуатации</p>		
3	<p>Химические источники электрического тока (ХИТ). Химические источники электрического тока (ХИТ). Обратимые и необратимые электрохимические системы, расчет равновесного напряжения этих систем на основании термодинамических функций.</p>	9	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>Электрические и эксплуатационные характеристики химических источников тока, особенности их конструкции, используемые материалы. Теоретические основы протекания кинетики электродных процессов в твердом пористом теле. Электрохимическое восстановление оксидов. Основные пути совершенствования классических источников тока и разработка новых для перспективных отраслей техники</p>		
4	<p>Теоретические основы коррозионных процессов, методы защиты от коррозии</p> <p>Определение термина «коррозия», основные задачи и перспективы развития теории и практики. Химический и электрохимический механизм растворения металлов. Электрохимическая коррозия («саморастворение»). Понятие о коррозии с вытеснением водорода и восстановлением кислорода (с «водородной и кислородной деполяризацией»). Другие возможные окислители в коррозионных процессах. Термодинамическая возможность «саморастворения» металлов. Электрохимическая гетерогенность поверхности твердых металлов. Вторичные процессы и продукты коррозии и их роль в коррозионных процессах.</p> <p>Кинетическая теория коррозии металлов. Уравнение потенциала и тока коррозии при различных механизмах протекания коррозионных процессов и их анализ. Теория Де ля Рива – ее прогрессивная роль и недостатки. Коррозия технических металлов. Роль природы примеси в основном металле на скорость коррозии. Диаграммы Эванса. Анодные процессы при коррозии металлов. Диаграммы Пурбе, принцип их построения. Природа пассивности металлов, ее характеристики и их зависимость от природы металла, состава среды, температуры</p> <p>Методы защиты от коррозии. Теория и аппаратное оформление. Классификация этих методов. Метод нанесения электролитических покрытий: катодные и анодные покрытия. Химические способы получения покрытий из водных и расплавленных солевых электролитов. Диффузионный способ получения покрытий. Основные электролитические покрытия: цинковые и цинкосодержащие, кадмиевые, оловянные и свинцовые, никелевые, хромовые, латунные, алюминиевые и другие. Технология осаждения перечисленных покрытий. Лакокрасочные защитные покрытия (ЛКП). Классификация, характеристики и механизм защитного действия. Виды применяемых</p>	10	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>пленкообразователей. Электрохимические методы: катодная, протекторная, анодная, введение в электролиты ингибиторов и т.д. Принципы, способ осуществления и эффективность методов</p> <p>Коррозионная стойкость Ta, Nb, V, Mo, W, Zr.</p> <p>Электрохимическая коррозия: термодинамика процесса, равновесные диаграммы состояния системы металл-вода, общая и местная коррозия, пассивность.</p> <p>Газовая коррозия. Сплавы на их основе, их коррозионная стойкость. Охрана труда при работе с бериллием и радиоактивными металлами.</p> <p>Коррозионная стойкость Au, Pt, Pd, Ag и их сплавов.</p> <p>Коррозионная стойкость Cd, Pb, Sn, Zn, Co.</p> <p>Термодинамика и кинетика окисления. Методы противокоррозионного легирования и области применения.</p>		

4.3 Занятия семинарского типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p>Основы электрохимии, металловедения, физической и органической химии. Различные типы равновесных потенциалов. Электроды сравнения, ряд стандартных потенциалов. Водородный и кислородный электроды. Термодинамическая оценка возможности электрохимических реакций, включая анодное растворение и катодное осаждение металлов. Расчет равновесных потенциалов для различных реакций и расчет равновесного напряжения электрохимических систем разного вида</p> <p>Основные особенности кинетики и механизма катодного восстановления кислорода и выделения водорода. Влияние на скорость этих процессов природы металла, состава раствора и строения ДЭС. Электродная поляризация и перенапряжение. Гальванические и потенциостатические методы снятия поляризационных кривых и их анализ. Истинные зависимости скорости процесса от потенциала и поляризационные кривые. Связь скорости электрохимической реакции со скоростью химической.</p> <p>Строение и классификация органических соединений. Типы реакций с участием органических соединений. Азотосодержащие и кремнийорганические соединения. Реактопласты,</p>	42	Групповая дискуссия

	фтор и хлорсодержащие полимеры, синтетические каучуки. Органические растворители, комплексоны, гетероциклические соединения. Органические пигменты, поверхностно-активные вещества		
2	<p>Теоретические основы электрохимических производств, их классификация и аппаратурное оформление</p> <p>Электролитические покрытия с функциональными свойствами: твердое и износостойкое хромирование, оксидирование алюминия, серебрение и золочение, латунирование, оловянирование, свинцевание и другие. Теория и технология их нанесения и области применения</p> <p>Электролитическое производство хлора и щелочей.. Механизм катодных и анодных процессов при электролизе хлоридов. Процессы, происходящие в объеме раствора и их влияние на направление электродных реакций. Принципы электролиза растворов хлоридов с фильтрующей диафрагмой и твердым катодом, мембранный электролиз. Электродные материалы, диафрагмы, мембраны. Конструкции электролизеров с твердым катодом.</p> <p>Общие свойства пористых и дисперсных систем. Разновидности пористых электродов. Макрокинетика процессов, протекающих в них. Газожидкостные электроды</p>	8	-
3	<p>Химические источники электрического тока (ХИТ)</p> <p>Топливные элементы. Классификация топливных элементов. Перспективы их применения. Топливные элементы с твердополимерным электролитом и их перспективность.</p> <p>Литий-ионный аккумулятор (ЛИА), причины появления этой системы. Явления интеркаляции лития в углеродные и неуглеродные структуры. Классическая система ЛИА углерод – кобальтат лития, электролит, конструкция, особенности работы, достоинства и недостатки. Альтернативные системы ЛИА. Система литий-кислород, литий-вода, перспективы развития</p>	16	Групповая дискуссия
4	<p>Теоретические основы коррозионных процессов, методы защиты от коррозии</p> <p>Классификация методов испытаний устойчивости конструкционных материалов к различным видам коррозии. и методы определения скорости и потенциала коррозии. Ускоренные испытания их преимущества и ограничения. Гравиметрические испытания на коррозию в электролитических средах. Методы снятия поляризационных кривых:</p>	11	Групповая дискуссия

	<p>стационарные и нестационарные</p> <p>Химические и электрохимические методы оценки устойчивости к межкристаллитной и питтинговой коррозии. Испытания на контактную и щелевую коррозию. Испытания на коррозию под напряжением. Натурные и производственные испытания. Изучение и моделирование процессов коррозии и защиты металлов с применением ЭВМ. Роль формализации и математических методов при моделировании процессов коррозии и защиты металлов. Гипотезы, модель, параметр оптимизации</p> <p>Теоретические основы подбора ингибиторов в различных средах. Ингибиторы коррозии в кислых средах. Ингибиторы коррозии в водных растворах солей и щелочей. Ингибиторы атмосферной коррозии металлов. Ингибиторы коррозии металлов в жидких неводных средах</p>		
--	--	--	--

4.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<p>Ионоселективные электроды, теория и применение. Уравнение стеклянного электрода. Массоперенос в твердых электролитах</p> <p>Кинетика сложных окислительно-восстановительных реакций</p> <p>Классификация электрохимических аппаратов: электрохимические реакторы, электролитические ванны, источники электрической энергии, электрохимические приборы</p>	8	Устный опрос
2	<p>Примеры процессов электросинтеза неорганических веществ: кислородные соединения хлора, надсерная кислота и ее соли, пербораты, кислородные соединения марганца</p> <p>Примеры процессов электросинтеза органических соединений: реакции присоединения и замещения, димеризации и конденсации, окисления и восстановления</p> <p>Классификация способов подготовки поверхности металлов и методы их осуществления. Защитные и декоративно-защитные покрытия, технология и теория</p> <p>Неорганические конверсионные покрытия</p> <p>Многослойные и композиционные электрохимические покрытия</p> <p>Особенности процесса гальванопластики Матрицы и их изготовление. Металлизация диэлектриков</p>	15	Устный опрос

3	Основные типы гальванических элементов. Сухие гальванические элементы, виды и конструкции . Эксплуатация и области применения Свинцовые аккумуляторы, теория, технология, электрические и эксплуатационные характеристики, конструкция Щелочные аккумуляторы. Теория, технология, Электрические характеристики и устройство Металл-водородные аккумуляторы. Разновидности, особенности работы, конструкции и эксплуатация	20	Устный опрос, групповая дискуссия
4	Термодинамические основы и кинетика растворения сплавов. Избирательное растворение сплавов. Понятие о коэффициентах селективности Коррозионностойкие сплавы на основе железа. Классификация по составу и структуре. Назначение основных легирующих компонентов и роль примесей. Хромистые стали. Структура и коррозионная стойкость Изучение и моделирование процессов коррозии и защиты металлов с применением ЭВМ. Роль формализации и математических методов при моделировании процессов коррозии	25	Устный опрос, групповая дискуссия

4.4.1 Темы рефератов

4.4.2 Темы творческих заданий

Темы рефератов и творческих заданий будут определяться тематикой научно-исследовательской работы, выполняемой по теме диссертации

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медиа: <http://media.technolog.edu.ru>

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К сдаче экзамена допускаются аспиранты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче зачета аспирант получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки аспиранта к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамена:

Вариант № 1

1. Выбор природы и концентрации ингибитора в зависимости от среды и природы корродирующего металла
2. Устройство и варианты конструкции гальванической ванны
3. Альтернативные анодные и катодные материалы для литий-ионных аккумуляторов

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) Основная литература:

1. Теоретическая электрохимия: Учебник для вузов по направлению подготовки «Химическая технология» / А. Л. Ротинян [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Студент, 2013. - 496 с. : ил. - Библиогр.: с. 485-487.
2. Бурлов, В.В. Коррозионные проблемы и система защиты от коррозии в процессах переработки нефти : учебное пособие / В. В. Бурлов ; [Под ред. А. И. Алцыбеевой] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. теорет. основ материаловедения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2013. Часть 1. - 2013. - 170 с
3. Хенце, Г. Полярография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика / Г. Хенце ; пер. с нем. А. В. Гармаша, А. И. Каменева ; под ред. А. И. Каменева. - 2-е изд. (электронное). - Электрон. текстовые дан. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 283 с
4. Дамаскин, Б.Б. Электрохимия: учебное пособие для студентов по направлению подготовки "Химия" / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цырлина. - 3-е изд., испр. - Электрон. текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2015. - 672 с. : ил.

б) дополнительная литература:

5. Наноструктуры в технологии современных электрохимических производств : методические указания к лабораторным работам / Д. В. Агафонов [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электрохим. производств. - СПб. : [б. и.], 2012. - 30 с. : ил. - (Образовательная программа повышения квалификации для спец. предприятий nanoиндустрии химического и биотехнологического профиля в области автоматизированных производственных нанотехнологий). - Библиогр.: с. 22.4.2 Семёнова, И.В. Коррозия и защита от коррозии: учеб. пособие для вузов / Г.М.Флорианович Г.М., А.В.Хорошилов; под ред. И.В.Семенов.- 3-у изд. Перераб. и доп. - М.: Физматлит, 2010.- 414 с.
6. Лукомский, Ю. Я. Физико-химические основы электрохимии: учебник/Ю.Я. Лукомский, Ю.Д.Гамбург-Долгопрудный:Интеллект,2008.-424с.
7. Фальхман, Б. Химия новых материалов и нанотехнологии, пер с англ./Б. Фальхман.- М.: Интеллект, 2011.- 464 с.
8. Дамаскин, Б.Б., Электрохимия./Б.Б.Дамаскин О.А. Петрий, Г.А.Цырлина.- М.:Колос, 2008.-672с.
9. Буркат, Г.К., Электроосаждение драгоценных металлов / Г.К. Буркат.-СПб.: из-во «Политехника», 2009 г.-185 с.
10. Проблемы электролиза меди и никеля/ Г.Н. Шиврин, Т.А. Годовицкая, С.А. Илюшин, А.А. Колмаков. Рязань.,НП, «Голос Губернии», 2011.-261с.
11. Агафонов, Д.В. Никель-кадмиевые аккумуляторы : Практикум / Д. В. Агафонов, М. А. Микрюкова, Н. В. Евреинова ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электрохим. пр-в. - СПб. : [б. и.], 2016. - 16 с. : ил. - Библиогр.: с. 15.

12. Микрюкова, М. А. Литий-ионные аккумуляторы и суперконденсаторы : Практикум / М. А. Микрюкова, Д. В. Агафонов, Н. В. Евреинова ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электрохим. пр-в. - СПб. : [б. и.], 2016. - 37 с. : ил. - Библиогр.: с. 33-36.

13. Евреинова, Н. В. Введение в специальность по электрохимии [] : учебное пособие /, И. А. Шошина ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электрохим. производств. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2016. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 50.

в) вспомогательная литература:

1. Жук, Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов: учеб. пособие для вузов/ И.П. Жук.-2-е изд. перераб. - М.: Альянс, 2006.- 476с.

2. Всё о коррозии. Терминологический справочник/ Н.С. Мамулова [и др.]; под ред. А.М.Сухотина - СПб.: Химиздат, 2000. -520с.

3. Гамбург, Ю.Д. Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов/Ю.Д.Гамбург.-М.: «Янус-К»,1997.-384с.

4. Исаев, Н.И. Теория коррозионных процессов: учебник для вузов/ Н.И.Исаев.-М.-Металлургия, 1997.- 368с.

5. Грилихес, С.Я. Электролитические и химические покрытия/ С.Я. Грилихес, К.И. Тихонов, Л.: Химия, 1990.- 187с.

6. Антропов, Л.И. Теоретическая электрохимия/Л.И.Антропов.- 3-издание.- М.:Высшая школа, 1975,238с.

7. Багоцкий, В.С., Основы электрохимии/В.С.Багоцкий.-М.: Химия, 1988, 399с.

8. Багоцкий, В.С. Химические источники тока/В.С.Багоцкий, А.М. Скундин.-М.:Изд-во Энергоиздат,1981.-359с.

9. Центр, Б.И. Металл-водородные электрохимические системы/Б.И.Центер, Н.Ю.Лызлов.-Л.:Химия, 1989.-282с.

10. Кеше, Г. Коррозия металлов/Г.Кеше.-М.: «Металлургия»,1984.-399с.

11. Центр, Б.И. Металл-водородные электрохимические системы/Б.И.Центер, Н.Ю.Лызлов.-Л.:Химия, 1989.-282с.

12. Сухотин, А.М. Физическая химия пассивирующих пленок на железе/ А.М.Сухотин.-Л.: Химия,1989. -320с.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

– электронно-библиотечная система: "БИБЛИОТЕХ" г. Москва
<http://bibliotech.ru>;

– отечественные электронные библиотечные ресурсы:

<http://www.cnshb.ru/AKDiL/0048/default.shtm>;

www.elibrary.ru;

www.diss.rsl.ru;

www.viniti.ru;

www.chemport.ru;

www.biblioclub.ru;

<http://www.rusanalytchem.org>;

<http://www.anchem.ru>;

<http://www.chem.msu.ru>.

– зарубежные электронные библиотечные ресурсы:

www.springerlink.com

www.reaxys.com

www.chemweb.com

www.pubs.acs.org

www.doaj.org
www.rsc.org/Publishing/Journals/Index.asp RSC Publishing journals
www.uspto.gov
www.ieee.org

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Все виды занятий по дисциплине «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

1. СТП СПбГТИ 040-02. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.07.2002.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2002.- 7 с.

2. СТО СПбГТИ(ТУ) 018-2014. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 26.11.2014.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014.- 14 с.

3. СТП СПбГТИ 048-2009. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2010.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2009.- 6 с.

4. СТП СПбГТИ 016-99. Порядок проведения зачетов и экзаменов./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2000.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2000.- 21 с.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для обучающихся является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия аспирант должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1 Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2 Программное обеспечение.

Microsoft Office (Microsoft Excel);
Adobe Acrobat;
Fine Reader;

10.3 Информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

11 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения лабораторных и практических[занятий по дисциплине «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов», предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- лекционная аудитория на 20 посадочных мест;

- мультимедийный проектор;
- переносной проекционный экран;
- комплект презентаций и видеофильмов по дисциплине;
- персональные компьютеры;
- программное обеспечение (и соответствующие методические материалы) для самостоятельной работы по дисциплине..

12 Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014 г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине
«Технология электрохимических процессов и защита от коррозии»**

1 Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ПК-6	способность и готовность выбирать, совершенствовать и разрабатывать электрохимические технологии в части гидрометаллургической промышленности, гальванотехники, электролиза расплавов, технологии печатных плат, химических источников тока	промежуточный
ПК-7	способность и готовность выбирать, совершенствовать и разрабатывать технологии в части методов изучения коррозионных процессов и разработки методов защиты от коррозии	промежуточный
ПК-8	способность и готовность конструировать и выбирать технологическое оборудование для реализации электрохимических процессов	промежуточный

2 Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	<p>Знает теорию и технологию основных электрохимических производств, включая конструкционные и эксплуатационные характеристики используемых электрохимических систем</p> <p>Умеет применять полученные знания для решения конкретных практических задач.</p> <p>Владеет теоретическими знаниями в области химии и электрохимической технологии, физико-химическими основами электрохимических процессов, их очистки, современными методами исследования электрохимических процессов</p>	Правильные ответы на вопросы № 1-15 к экзамену	ПК-6, ПК-8
Освоение раздела № 2	<p>Знает известные и перспективные технологические процессы, лежащие в основе электрохимической технологии.</p>	Правильные ответы на вопросы № 16-23 к экзамену	ПК-6, ПК-8

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	<p>Умеет применять полученные знания для решения конкретных задач.</p> <p>Владеет физико-химическими основами процессов.</p>		
Освоение раздела № 3	<p>Знает технологическое оборудование, используемое в технологии.</p> <p>Умеет выбрать технологическое оборудование для реализации тех или иных технологических процессов.</p> <p>Владеет информацией о современном технологическом оборудовании</p>	Правильные ответы на вопросы № 24-27 к экзамену	ПК-6, ПК-8
Освоение раздела № 4	<p>Умеет анализировать экспериментальные данные, полученные комплексом методов, сопоставлять их с литературными результатами и делать обоснованные выводы</p>	Правильные ответы на вопросы № 16-23 к экзамену	ПК-7, ПК-8

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, то результат оценивания – «зачтено», «не зачтено»;

если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и (или) зачета с оценкой, то шкала оценивания – балльная.

3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-6:

1. Основные задачи теоретической и прикладной электрохимии и перспективы их развития.
2. Определение и классификация электрохимических систем. Привести примеры.
3. Основные процессы массопереноса в электрохимических системах, обеспечивающие протекание электродных реакций.
4. Механизм возникновения электродного потенциала. Уравнение равновесного потенциала в относительной шкале.
5. Выбор относительной шкалы потенциалов. Электроды сравнения и принцип их выбора.
6. Газовые электроды: водородный и кислородный. Диаграмма термодинамической устойчивости воды.
7. Расчет равновесного напряжения электрохимических систем, составленных из электродов различной природы.
8. Термодинамика гальванического элемента. Уравнение Гиббса-Гельмгольца и его анализ. Расчет напряжения по термодинамическим функциям химической реакции.

9. Причины возникновения двойного электрического слоя (ДЭС) и явление адсорбции.
10. Основные характеристики двойного электрического слоя (ДЭС): потенциал, заряд поверхности, емкость.
11. Выражение скорости электрохимической реакции и химической. Отметить их отличие и сходство
12. Виды перенапряжения: диффузионное, электрохимическое, фазовое и другие.
13. Уравнения полной поляризационной кривой, при больших и малых поляризациях без учета специфической адсорбции и с учетом. Виды перенапряжения, определяемые природой лимитирующей стадии.
14. Вывод и анализ уравнений для катодного и анодного перенапряжения. Уравнения Тафеля и Фрумкина.
15. Стадийное протекание электрохимического акта. Рассмотреть на примере осаждения и растворения металлов. Понятие истинного и кажущегося коэффициента переноса.
16. Основные уравнения диффузионного перенапряжения при стационарной диффузии. Закон Фика. Понятие диффузионного и предельного катодного и анодного токов и их зависимость от состава раствора и параметров электролиза.
17. Теория замедленного разряда при выделении водорода из кислых растворов и Влияние материала электрода и состава раствора на скорость реакции.
18. Механизм реакции восстановления кислорода. Рассмотреть возможные случаи, реализованные на практике.
19. Кристаллизационная поляризация, основные уравнения. Влияние состава раствора и параметров осаждения металлов на образование и рост зародышей.
20. Адсорбционная поляризация. Влияние поверхностно-активных веществ на структуру осаждаемых металлов.
21. Особенности анодного растворения металлов. Пассивность металлов. Диаграмма Пурбе.
22. Технологическая схема получения водорода электролизом воды.
23. Устройство и принцип работы фильтрпресного (биполярного) электролизера для электролиза воды.
24. Устройство и эксплуатация электролизной ванны для электроэкстракции цинка.
25. Технологическая схема получения хлора и щелочи с применением диафрагменных электролизеров.
26. Теория получения хлора и щелочи в мембранном электролизере.
27. Устройство и условия эксплуатации электролизера для электрорафинирования алюминия.
28. Устройство и условия эксплуатации электролизера с обожженными анодами для получения алюминия.
29. Электродные реакции при электролизе криолитоглиноземного расплава. Побочные процессы, включая анодный эффект.
30. Электрорафинирование и электроэкстракция металлов, характерные особенности. Примеры.
31. Основные и побочные реакции при электросинтезе пероксодисерной кислоты.
32. Технологическая схема электрорафинирования меди.
33. Теория и технология электроосаждения никеля. Условия получения блестящих покрытий.
34. Теория и технология получения цинковых покрытий из простых и комплексных электролитов.
35. Теория и технология получения медных покрытий из простых и комплексных электролитов.

36. Влияние структуры осадка на физико-химические свойства гальванических покрытий.
37. Особенности процесса хромирования. Свойства получаемых покрытий в зависимости от состава электролита и режимов электролиза.
38. Теория и технология получения благородных металлов.(золото, серебро и их сплавы).
39. Влияние состава раствора и в частности ПАВ на свойства гальванических покрытий. Примеры
40. Определение рассеивающей способности электролитов и влияние природы и состава электролита на ее величину.
41. Закономерности электрокристаллизации металла.
42. Пути повышения равномерности толщины гальванического осадка.
43. Теория процесса электрохимического оксидирования алюминия.
44. Электрохимическое полирование металла. Теория процесса, преимущества и недостатки метода.
45. Устройство и варианты конструкции гальванической ванны.
46. Гальванопластика, сущность метода и типовая технологическая схема изготовления изделий этим методом.
47. Какими факторами определяется точность электрохимической размерной обработки?
48. Опишите возможности формообразования методом электрохимической размерной обработки.
49. Электролиты для электрохимической размерной обработки сталей.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-7:

50. Определение термина «коррозия металлов» и «электрохимическая коррозия металлов».
51. Научно-технический, экологический и экономический аспекты проблемы коррозии и защиты металлов от нее.
52. Термодинамические причины коррозии металлов.
53. Методы определения скорости коррозии: гравиметрический, волюмометрический, поляризационный.
54. Вторичные процессы при коррозии металлов. Природа продуктов коррозии и их роль в суммарном коррозионном процессе.
55. Коррозия металлов под действием одного и более окислителей.
56. Кинетическая теория коррозионных процессов. Уравнение потенциала и скорости коррозии для варианта, когда восстановление окислителя и ионизация металла протекает с замедленной электрохимической стадией.
57. Уравнение потенциала и скорости коррозии, если восстановление окислителя происходит с диффузионным контролем, а растворение металла лимитируется электрохимической стадией.
58. Диаграммы Эванса. С их помощью рассмотреть влияние различных факторов на скорость коррозии: природы металла, плотности тока обмена обеих реакций, концентрации и природы окислителя, температуры.
59. Коррозия технических металлов. Рассмотреть влияние природы примеси на скорость коррозии.
60. Коррозия стали в природных и промышленных условиях.
61. Причины питтинговой коррозии и способы ее обнаружения.
62. Способы подавления питтинговой коррозии. Подбор природы и концентрации пассиватора в зависимости от природы корродирующего металла.

63. Теоретические основы ингибирования процесса коррозии. Выбор природы и концентрации ингибитора в зависимости от среды и природы корродирующего металла.
64. Коррозия сплавов. Влияние природы компонентов, а также его фазового состава на скорость коррозии.
65. Электрохимические методы защиты от коррозии.
66. Применение гальванических покрытий для повышения коррозионной стойкости основы конструкции. Принципы подбора природы покрытия в зависимости от металла основы и среды, с которой он контактирует.
67. Теоретические основы и способы осуществления протекторной, катодной и анодной защиты от коррозии.
68. Методы испытания металлов на их коррозионную стойкость в различных средах.
69. Перечислить основные стандарты, рекомендованные при исследовании коррозионных процессов и выборе и осуществлении электрохимических методов коррозии.

в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-8:

70. Первичные и вторичные ХИТ. Принцип классификации. Электрохимическая обратимость.
71. Электрохимическая эффективность электрода в процессе заряда-разряда и ее оценка.
72. Технические требования, предъявляемые к конструкции ХИТ. Основные элементы конструкции, разновидности электродов и сепараторов типы электролита
73. Кислородно-водородный топливный элемент.
74. Теория двойной сульфатации. Основные реакции при разряде и заряде свинцового аккумулятора.
75. Никель-кадмиевые аккумуляторы. Реакции при заряде, разряде и саморазряде
76. Никель-водородный и никель-цинковый аккумуляторы.
77. Как связана емкость аккумулятора с величиной разрядного тока?
78. Диффузионные процессы в твердой фазе и их влияние на катодные процессы в ХИТ различных систем.
79. Углеродный анод в литий – ионном аккумуляторе. Процессы интеркаляции и деинтеркаляции лития. Условия работы, циклический ресурс.
80. Альтернативные анодные и катодные материалы для литий-ионных аккумуляторов.
81. Литий – кислородный аккумулятор.

К зачету допускаются аспиранты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, аспирант получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки аспиранта к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

4 Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.