

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шевчик Андрей Павлович
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.10.2023 17:32:32
Уникальный программный ключ:
476b4264da36714552dc83748d2961662bab012



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

Утверждаю

Ректор _____ А.П.Шевчик

27 июня 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
И ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ

Научная специальность
2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

Подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Очная форма обучения

Санкт-Петербург
2023

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Объем дисциплины	4
4. Содержание дисциплины.....	5
5. Порядок проведения промежуточной аттестации.....	6
6. Рекомендуемая литература	6
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	9
8. Методические указания для аспирантов по освоению дисциплины.....	9
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	9
10. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	10
11. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	10

1. Перечень планируемых результатов освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины – углубленное изучение наиболее важных и актуальных теоретических и практических вопросов, охватываемых паспортом специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии, приобретение навыков использования научных методов и средств для решения теоретических и прикладных задач научной специальности, подготовка к сдаче кандидатского экзамена по специальности «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии».

Задачи изучения дисциплины:

- углубление и расширение теоретических знаний по электрохимии, технологии электрохимических процессов и защите от коррозии;
- овладение методами и средствами научного исследования в электрохимии и коррозионных процессов;
- систематизация знаний в области технологий электрохимических процессов и защите от коррозии;
- подготовка к сдаче кандидатского экзамена по технологии электрохимических процессов и защита от коррозии.

В результате освоения образовательной программы аспирантуры аспирант должен продемонстрировать следующие результаты освоения дисциплины «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии»:

- способность демонстрировать и применять углубленные знания в профессиональной деятельности в области электрохимии, технологии электрохимических процессов и защите от коррозии;
- способность адаптировать новое знание в узкопрофессиональной и междисциплинарной деятельности в области электрохимии, технологии электрохимических процессов и защите от коррозии;
- способность к самостоятельному построению и аргументированному представлению научной гипотезы;
- свободное владение всеми разделами электрохимии, умение ориентироваться в разнообразии методологических подходов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии» относится к образовательному компоненту программы аспирантуры и представляет обязательные элективные дисциплины, направленные на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов. Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 и 4 семестрах.

Полученные в процессе изучения дисциплины «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе аспиранта.

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:	40

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Обзорно-установочные лекции и консультации	40
Самостоятельная работа	104
Форма промежуточной аттестации - кандидатский экзамен (4 сем.)	36

Рабочая программа дисциплины рассчитана на 5 ЗЕТ (**180** час.), из них около 20% могут составлять аудиторные занятия, включая обзорно-установочные лекции, консультации с преподавателем. Основная часть работы аспиранта является самостоятельной и включает изучение рекомендованной преподавателем литературы, работу с источниками, подготовку к кандидатскому экзамену.

Обзорно-установочные лекции и консультации могут проводиться, в том числе, с использованием дистанционных образовательных технологий, электронного обучения.

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Обзорно- установочные лекции, консультации	Самостоятельная работа, акад. часы
1	Основы электрохимии	8	20
2	Теоретические основы электрохимических производств, их классификация и аппаратное оформление	12	26
3	Химические источники электрического тока (ХИТ)	10	30
4	Теоретические основы коррозионных процессов, методы защиты от коррозии	10	28

4.2. Обзорно-установочные лекции

№ разд. дисц.	Наименование тем обзорно-установочных лекций	Объем, акад. часы
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: 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>	8
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 электрохимического синтеза, связанные с многостадийностью процессов окисления и восстановления при образовании сложных неорганических и органических</p>	12

№ разд. дисц.	Наименование тем обзорно-установочных лекций	Объем, акад. часы
	<p>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. 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>	10
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</p>	10

№ разд. дисц.	Наименование тем обзорно-установочных лекций	Объем, акад. часы
	<p>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 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. Электрохимическая коррозия: термодинамика процесса, равновесные диаграммы состояния системы металл-вода, общая и местная коррозия, пассивность. Газовая коррозия. Сплавы на их основе, их коррозионная стойкость. Охрана труда при работе с бериллием и радиоактивными металлами. Коррозионная стойкость Au, Pt, Pd, Ag и их сплавов. Коррозионная стойкость Cd, Pb, Sn, Zn, Co. Термодинамика и кинетика окисления. Методы противокоррозионного легирования и области применения.</p>	

4.3. Самостоятельная работа аспирантов.

№ разд. дисц.	Наименование тем для самостоятельной работы	Объем, акад. часы
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>	20
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</p>	26

№ разд. дисц.	Наименование тем для самостоятельной работы	Объем, акад. часы
	осуществления. Защитные и декоративно-защитные покрытия, технология и теория Неорганические конверсионные покрытия Многослойные и композиционные электрохимические покрытия Особенности процесса гальванопластики Матрицы и их изготовление. Металлизация диэлектриков	
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	30
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	26

5. Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме кандидатского экзамена в соответствии с избранной специальностью.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных результатов обучения по дисциплине и комплектуется вопросами, представленными в программе кандидатского экзамена по научной специальности 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

6. Рекомендуемая литература

а) печатные издания:

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. Коррозия и защита от коррозии: Учебное пособие для вузов / И. В. Семенова, Г. М. Флорианович, А. В. Хорошилов; Под ред. И. В. Семеновой. - М. : Физматлит, 2002. - 334 с.

4. Электроосаждение драгоценных металлов: научное издание / Г. К. Буркат. - СПб.: Политехника, 2009. - 187 с. : ил. - (Библиотечка гальванотехника ; 6-е изд. Вып. 1). - Библиогр.: с. 185-186.

5. 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.

6. 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.

7. Все о коррозии: Терминологический справочник / Н. С. Мамулова [и др.]; Под ред. А. М. Сухотина. - СПб.: Химиздат, 2000. - 517 с.

б) электронные издания:

1. Полярография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика / Г. Хенце; Перевод с немецкого А. В. Гармаша, А. И. Каменева под редакцией А. И. Каменева. - 4-е изд., электрон. - Москва: Лаборатория знаний, 2021. - 287 с. - (Методы в химии). – ISBN 978-5-00101-079-1: // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 29.06.2021).

2. Электрохимия: Учебное пособие по направлению подготовки "Химия" / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. - 3-е изд., испр. - Электрон. текстовые дан. - СПб.; М. ; Краснодар : Лань, 2015. - 672 с.

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

1. Библиотека Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) университета - <http://bibl.lti-gti.ru>
2. Российская государственная библиотека - www.rsl.ru
3. Российская национальная библиотека - www.nlr.ru
4. Библиотека Академии наук - www.rasl.ru
5. Библиотека по естественным наукам РАН - www.benran.ru
6. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) - www.viniti.ru
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека - www.gpntb.ru
8. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - elibrary.ru
9. Реферативная база данных научных публикаций Web of Science - webofknowledge.com
10. Электронно-библиотечная система "Лань" <http://e.lanbook.com>

8. Методические указания для аспирантов по освоению дисциплины.

Методические указания для аспирантов по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медиа: <http://media.technolog.edu.ru>

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

Основными условиями правильной организации учебного процесса для аспирантов является:

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

В ходе обзорно-установочных лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и

практические проблемы, дает рекомендации на выполнение самостоятельной работы.

В ходе лекций аспирантам рекомендуется:

- вести конспектирование учебного материала;
- обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений или процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению;

- задавать преподавателю уточняющие вопросы.

Самостоятельная работа – ключевой аспект освоения аспирантом дисциплины «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии», основывающийся на понимании материала, излагаемого в ходе обзорно-установочных лекций, самостоятельном поиске, подборе и обработке информации. При этом значительную часть необходимых для освоения курса данных необходимо будет найти в научной литературе.

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

9.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

- взаимодействие с аспирантом посредством электронно-информационной образовательной среды.

9.2. Программное обеспечение.

Windows XP Starter Edition. (Государственный контракт № 24 от 14.09.2007, срок действия – бессрочно), Microsoft Office (Microsoft Excel): Office 2007 Russian OLP NL AE (Государственный контракт № 24 от 14.09.2007, срок действия – бессрочно), Office Std 2013 Rus OLP NL (Контракт № 02(03)15 от 15.01.2015, срок действия -20 лет), LibreOffice (открытая лицензия), стандартные компьютерные программы, находящиеся в свободном доступе, в частности, Mathcad 14. Professional, Microsoft Excel, Image J.

9.3. Информационные справочные системы.

База данных “Phase equilibria”.

Электронная база данных термодинамических констант веществ «ТКВ». Доступна онлайн - <http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl>.

База данных термодинамических величин IvtanThermo.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Для ведения лекций используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 15 посадочных мест.

Материально-техническое обеспечение дисциплины:

доступ к фондам учебных пособий, библиотечным фондам с периодическими изданиями по соответствующим темам, наличие компьютеров, подключенных к сети Интернет и оснащенных средствами медиапрезентаций (медиакоммуникаций);

11. 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 28.08.2014г.