

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт естествознания
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института:



Е. В. Скрипников:

«21» января 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.7 Теория коррозии металлов

Направление подготовки/специальность: 04.03.01 - Химия

Профиль/направленность/специализация: Химия твёрдого тела и химия материалов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2020

Авторы программы:

Кандидат химических наук, Алехина Ольга Владимировна

Доктор химических наук, профессор Цыганкова Людмила Евгеньевна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 - Химия (Федеральный закон от 27.12.2019 № 426-ФЗ, утвержденного 17.07.2017 г. № 671).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «11» января 2021 г. Протокол № 4

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «21» ян

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавра.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	17
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	35
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	36
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	37

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-1 Способен выполнять работы по защите внутренней поверхности металлоконструкций от коррозии

ПК-2 Способен осуществлять руководство работами по электрохимической защите подземных и подв

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоени

- организационно-управленческий
- технологический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности химико-технологическое производство (в сфере оптимизации существующих и разработки новых получения и анализа продукции, в сфере контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой прод сертификации продукции), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленнос опытно-конструкторских разработок и внедрения химической продукции различного назначения, в технического контроля качества продукции)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
- С/04.6 Руководство работами по электрохимической защите внутренней поверхности металлических конструкций	ПК-1 Способен выполнять работы по защите внутренней поверхности металлоконструкций от коррозии	Разрабатывает план мероприятий по защите внутренней поверхности металлоконструкций от коррозии
- С/02.6 Руководство работами по электрохимической защите морских металлических конструкций	ПК-2 Способен осуществлять руководство работами по электрохимической защите подземных и подводных металлических конструкций	Знает теорию химической и электрохимической коррозии металлических материалов, основные закономерности протекания этих видов коррозии пути и средства борьбы с коррозионным разрушением металлоизделий

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-1 Способен выполнять работы по защите внутренней поверхности металлоконстр

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения	
		Очная (семестр)	
		6	8

1	Адаптационная дисциплина для инвалидов и лиц с ОВЗ "Социальная экология"		+
2	Ингибиторы коррозии металлов		+
3	Коррозия металлов с водородной деполяризацией		+
4	Смачивание и адсорбция		+
5	Технологическая практика	+	

ПК-2 Способен осуществлять руководство работами по электрохимической защите металлических конструкций

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения	
		Очная (семестр)	
		6	8
1	Адаптационная дисциплина для инвалидов и лиц с ОВЗ "Социальная экология"		+
2	Ингибиторы коррозии металлов		+
3	Коррозия металлов с водородной деполяризацией		+
4	Смачивание и адсорбция		+
5	Технологическая практика	+	

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Теория коррозии металлов» относится к части, формируемой участниками образовательного процесса по направлению подготовки 04.03.01 - Химия.

Дисциплина «Теория коррозии металлов» изучается в 7, 8 семестрах.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 8 з.е.

Очная: 8 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	288
Контактная работа	212
Лекции (Лекции)	108
Лабораторные (Лаб. раб.)	104
Самостоятельная работа (СР)	40
Экзамен	36
Зачет	-

3.2.Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лекции	Лаб. раб.	СР	
		О	О	О	
7 семестр					
1	Термодинамические предпосылки коррозии. Классификация коррозионных процессов	10	8	4	Лабораторная работа Контрольная работа
2	Внутренние и внешние факторы коррозии	12	8	4	Лабораторная работа
3	Методы коррозионных исследований	12	8	4	Лабораторная работа Контрольная работа Тестирование
4	Химическая коррозия	18	10	10	Лабораторная работа коллоквиум; Тестирование
8 семестр					
5	Электрохимическая коррозия металлов	12	Пп 10	2	Лабораторная работа Тестирование; Практическое задание для практической подготовки
6	Коррозионные диаграммы.	12	14	2	Лабораторная работа
7	Коррозия двух металлов в контакте	8	12	4	Лабораторная работа
8	Влияние внешней поляризации на внутренний коррозионный ток.	8	10	2	Лабораторная работа коллоквиум
9	Пассивность металлов	8	12	4	Лабораторная работа
10	Использование емкостных измерений в изучении коррозии и защиты металлов. Электрокапиллярные явления. Дисковые электроды. Фотоэлектрическая поляризация (ФЭП)	8	Пп 12	4	Лабораторная работа Собеседование; Практическое задание для практической подготовки

Тема 1. Термодинамические предпосылки коррозии. Классификация коррозионных процессов. (ПК-1)

Лекция.

Основные понятия и терминология. Коррозия, коррозионную систему, коррозионные продукты, К аспекты, характеризующие значимость коррозионных исследований.

Термодинамическая вероятность образования продуктов окисления на поверхности металла.

Классификация коррозионных процессов и виды коррозии: по механизму взаимодействия металл коррозионной среды и условиям протекания процесса; по характеру коррозионных разрушений; по в которым подвергается металл одновременно с действием коррозионной среды.

Лабораторные работы.

Цель работы состоит в изучении влияния pH на коррозионное поведение магния. Коррозия изучается по объему выделенного водорода в коррозиметрах в растворах с pH от 1 до 12.

Задание.

1. Ознакомиться с теоретическим материалом к лабораторной работе представленной в лабораторном т
2. Выполнить лабораторную работу согласно алгоритму методики эксперимента.
3. Результаты опытов представить графически в координатах K , см³/м² час - t , час для каждой среды 180 мин.
4. Сделать вывод о влиянии продолжительности испытаний на скорость коррозии и влияние pH среды

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы.

1. Напишите уравнения анодной и катодной реакций, протекающих при коррозии магния в разбавленн
2. Рассчитайте величину Э.Д.С. процесса коррозии магния в разбавленной серной кислоте.
3. С каким контролем протекает коррозия магния в растворах pH=1, 7, 9, ?
4. Что называется перенапряжением водорода, и от каких факторов оно зависит?

Задания для самостоятельной работы.

- 1) Подготовка к текущему контролю (тест, контрольная работа), проработать теоретический рекомендуемую литературу.
- 2) Подготовить ответы на вопросы:
 1. Назовите основные показатели ущерба, наносимого коррозией. Какие виды потерь вы знаете?
 2. Охарактеризуйте состояние металлофонда Российской Федерации.
 3. Дайте определение термина «коррозия».
 4. Какой термодинамической функцией характеризуется вероятность перехода металлов в ионное сост
 5. К какому типу процесса — гомогенному или гетерогенному — относится коррозия?
 6. Приведите определение химической и электрохимической коррозии.
 6. Перечислите основные виды коррозии.
 7. Как можно классифицировать процесс коррозии по виду разрушений?

Тема 2. Внутренние и внешние факторы коррозии (ПК-1)

Лекция.

Внутренние факторы коррозии: термодинамический, состояние поверхности, структурная гетерогенность коррозии: pH среды, уровень и природа минерализации нейтральных растворов, гидродинамические и знакопеременные напряжения на металл.

Лабораторные работы.

Влияние температуры на коррозию металлов»

Цель работы: Исследовать влияние температуры на скорость коррозии металлов в растворах кислот в условиях постоянства потенциала и установить характер контроля коррозионного процесса.

Задание.

1. Выполнить лабораторную работу согласно алгоритму методики эксперимента.

2. На основании экспериментальных данных построить график в координатах $\ln K_{\text{ср}} - 1/T$ К. Найти энергии активации Еэфф и постоянной А и проверить правильность полученного эмпирического уравнения скорости коррозии металла в растворе кислоты: рассчитать по полученной эмпирической формуле температуры и сравнить его с опытным значением.

3. На основании величины Еэфф сделать вывод о характере контроля коррозионного процесса.

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

1. Как влияет рост температуры на коррозию металлов в неокислительных кислотах, протекающей с в
2. Как влияет рост температуры на коррозию металлов в нейтральных средах, протекающей с кислор
2. Каким уравнением оценивается зависимость скорости коррозии от температуры?
3. По какой величине можно судить о природе стадии, определяющей скорость данного коррозионного

Задания для самостоятельной работы.

- 1) Подготовка к текущему контролю (тестирование), проработать теоретический материал: конспекты литературы.
- 2) Охарактеризуйте влияние основных факторов (рН среды, уровень и природа минерализации нейтральных гидродинамические условия, температура, переменные и знакопеременные напряжения на металл.) на процесс.

Тема 3. Методы коррозионных исследований (ПК-2)

Лекция.

Основные методы исследования: 1) лабораторные, 2) полевые, 3) натурные. Показатели коррозии: количественные. Качественные: визуальные, макроскопические и микроскопические. Количественные методы: 1) гравиметрический метод, 2) волюмометрический метод, 3) по измерению толщины образца и глубины коррозии, 4) количественному анализу пробы раствора, 5) по изменению механических свойств при растяжении. Качественные методы: измерение электродных потенциалов, снятие поляризационных кривых, сопоставление потенциала с анодной поляризационной кривой, потенциостатические, потенциодинамические методы, импульсные методы поляризации, радиохимический метод с использованием гамма-спектрометрии.

Лабораторные работы.

Фосфатирование»

Цель: Изучить способ получения на поверхности стальных изделий в целях защиты от коррозии фосфатной пленки.

Задание.

1. Выполнить лабораторную работу согласно алгоритму методики эксперимента.
2. Сделать вывод о качестве защитного слоя полученного в разных условиях (состав растворов, режим

Контрольные вопросы.

1. Охарактеризуйте процесс подготовки поверхности перед нанесением покрытия.
2. Для каких металлов применяют фосфатирование и в каких условиях эксплуатации?
3. В чем состоит суть образования фосфатных пленок?
4. Опишите плюсы и минусы фосфатных пленок.

Задания для самостоятельной работы.

- 1) Подготовка к текущему контролю (тестирование, контрольная работа), проработать теоретический материал, рекомендованную литературу.
- 2) Ответьте на вопросы:
 1. В чем особенности исследования коррозионных процессов лабораторными, полевыми и натурными методами и недостатки этих методов?
 2. Охарактеризуйте основные качественные показатели коррозионного процесса.
 3. Количественные показатели коррозии. Единицы измерения. Пересчет размерностей.
 4. Обработка коррозионных испытаний.
 5. Охарактеризуйте электрохимические методы исследования, методы снятия ПК, их особенности, пр

Тема 4. Химическая коррозия (ПК-2)

Лекция.

Общая характеристика газовой коррозии металлов. Пленки на металлах, их классификация, условия линейный, параболический, логарифмический. Методы определения толщины пленок: весовые, ем микроскопия, электронография, электрохимический способ. Факторы, влияющие на газовую коррозию: температура, состав газовой фазы, концентрация углерода. Удаление окалина. Обезводородная хрупкость стали. Методы защиты от газовой коррозии: жаростойкое легирование, атмосферы. Коррозия в неэлектролитах.

Лабораторные работы.

Оксидирование» (3 варианта)

Опыт 1. Химическое оксидирование стали

Цель работы: изучить процесс оксидирования стали химическим путем.

Задание.

1. Выполнить лабораторную работу согласно алгоритму методики эксперимента.
2. Сделать вывод о защитных свойствах оксидированных стальных пластин.

Опыт 2. Химическое оксидирование алюминия.

Цель работы: изучить процесс химического оксидирования алюминия.

Задание.

1. Выполнить лабораторную работу согласно алгоритму методики эксперимента.
2. Сделать выводы о качестве оксидной пленки.

Опыт 3. Анодирование алюминия.

Цель работы: изучить технологию процесса анодирования алюминия.

Задание.

1. Выполнить лабораторную работу согласно алгоритму методики эксперимента.
2. Построить график зависимости времени до позеленения индикаторного раствора от длительности а
3. Сделать выводы о зависимости качества покрытия от длительности анодирования.

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

1. Как проводится термическое оксидирование стали?
2. В чем сущность химического оксидирования стали?
3. Как проводится анодирование алюминия?
4. Какой раствор используется для химического оксидирования алюминия?
5. Как увеличить коррозионную стойкость оксидированных изделий?
6. Как проводится оксидирование магниевых сплавов

Задания для самостоятельной работы.

1) Подготовка к текущему контролю(тестирование),контрольному срезу- коллоквиум, проработать теор лекций, рекомендуемую литературу.

2) Подготовка курсовых работ.

3) Ответьте на вопросы:

1. Перечислите основные стадии газовой коррозии металлов.
2. Охарактеризуйте свойства поверхностных пленок на металле.
3. Какие показатели определяют защитные свойства пленок?
4. Какие кинетические законы роста пленок вам известны?
5. Охарактеризуйте состав и свойства оксидных пленок на железе.
6. Как описывается процесс диффузии ионов в поверхностной пленке?
7. Разберите влияние внутренних и внешних факторов (состава сплава, температуры, давления закономерности газовой коррозии.

Тема 5. Электрохимическая коррозия металлов (ПК-1)

Лекция.

Основы электрохимической теории коррозии: гетерогенно-электрохимический и гомогенно-электрохимический механизмы. Сопряженность стадий коррозии. Зависимость скорости от потенциала. Поляризация, деполяризация, поляризационные кривые. Измерение поляризации. Омическое падение напряжения. Концентрационная поляризация. Перенапряжение водорода. Коррозия с водородной и кислородной деполяризацией. Катодная реакция. Поляризационные кривые при кислородной деполяризации. Влияние водородной деполяризации на кинетику коррозии.

Лабораторные работы.

Анодная и катодная поляризационные кривые на металле»

Опыт. 1. Цель работы: измерение поляризационных кривых на металле и определение по ним характеристик металла.

1. Выполнить лабораторную работу согласно алгоритму методики эксперимента.
2. Полученные данные изображают графически в координатах $j - i$ или $j - \lg i$. Анализируют полученные следующие характеристики металла:

- а) потенциал пассивации;
- б) критический ток пассивации;
- в) сила тока в пассивной области поляризационной кривой;
- г) потенциал начала выделения кислорода на анодной кривой;
- д) величину катодной поляризации.

Опыт 2. Метод ускоренного определения скорости коррозии (саморастворения) металла, на основе поляризационных кривых.
Цель работы: Определение скорости саморастворения металла по поляризационным кривым и установление механизма коррозии (химический, электрохимический).

Задание.

1. Выполнить лабораторную работу согласно алгоритму методики эксперимента.
2. На основе данных поляризационных измерений строят график зависимости $\lg i - j$. Определяют потенциалы выделения водорода и растворения металла, т.е. тафелевские коэффициенты.
3. Сопоставить токи саморастворения, получаемые в одинаковых растворах гравиметрическим методом и по поляризационным кривым. Если коррозия металла протекает по электрохимическому механизму, ошибки эксперимента совпадают. Если наблюдается расхождение полученных значений, предложите эксперимент для проверки объяснения.
4. Сопоставить полученные значения b_k и b_a с имеющимися литературными данными для исследуемого металла.

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

1. Что называется электрохимической коррозией?
2. Что является первопричиной электрохимической коррозии?
3. Какая реакция протекает на катоде в кислой среде?
4. Какая реакция протекает на катоде в щелочной и нейтральной средах?
5. Какая реакция протекает на аноде?
6. Какие существуют виды деполяризации?
7. Каким образом подготавливают образцы к выполнению лабораторной работы?
8. Что представляет собой поляризационная кривая? Как с ее помощью определить скорость коррозии?

Задания для самостоятельной работы.

- 1) Подготовка к текущему контролю, тестированию. Проработать теоретический материал: изучить литературу.
- 2) Подготовка курсовых работ
- 3) Подготовить ответы на вопросы:
 1. Приведите известные вам примеры из технологической практики, которые сопровождаются коррозией аппаратуры.
 2. Как образуется двойной электрический слой? Опишите его строение.
 3. На основании каких термодинамических величин можно сделать заключение о возможности протекания коррозии?
 5. Что называется концентрационной поляризацией? Приведите основные уравнения.
 6. Приведите основное уравнение кинетики электрохимической реакции с замедленной стадией.

7. Приведите уравнение Тафеля. В каких координатах реализуется прямолинейная зависимость потенциалом.
8. Охарактеризуйте коррозионный процесс с водородной деполяризацией.
9. Охарактеризуйте коррозионный процесс с кислородной деполяризацией
10. Изобразите поляризационную кривую растворения металла. Какие участки выделяют на ней?
11. Каковы закономерности ионизации металла в активном состоянии?
12. Охарактеризуйте влияние компонентов раствора на растворение металлов в активном состоянии

Тема 6. Коррозионные диаграммы. (ПК-1)

Лекция.

Коррозионные диаграммы Эванса и Вагнера-Трауда. Контролирующий фактор. Диаграммы с смешанным контролем. Равновесные потенциалы металла и окислителя, влияние pH, гидродинамическим действием двух и более окислителей, влияние pH раствора, концентрации окислителя-деполяризатора

Лабораторные работы.

Определение лимитирующей стадии электрохимической коррозии по значениям электродных потенциалов металлов в коррозионной среде»

Цель работы: Определить природу измеренных значений потенциалов в растворах электролитов и по измеренным значениям потенциалов определить лимитирующую стадию коррозии.

Задание.

1. Выполнить лабораторную работу согласно алгоритму методики эксперимента.
2. По результатам измерений электродных потенциалов металла в растворе собственных ионов и по построить на одном графике зависимость $j_{Me} = f(\ln a(Men^+))$ для рассчитанных и измеренных значений абсцисс значения $\ln a(Men^+)$, а по оси ординат j_{Me} , и сравнить полученные кривые. На график (установившиеся) значения измеренных электродных потенциалов.
3. Сопоставляя измеренную и рассчитанную зависимость потенциала от активности собственных измеренных потенциалов (обратимые, необратимые).
4. Используя измеренные значения стационарных потенциалов железа в растворах $FeSO_4$ и в растворах обратимых потенциалов катодного и анодного процессов, определить контролирующий фактор коррозии.
5. Сделать выводы о природе измеренных потенциалов (обратимые или необратимые), указать контролирующий фактор.

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

1. Какие системы в электрохимии называют равновесными?
2. В каких условиях возникают неравновесные (необратимые) потенциалы?
3. Как определить значение стандартного окислительно-восстановительного потенциала системы по диаграмме?
4. На основании каких данных можно сделать вывод о природе измеренных потенциалов?
5. Какие металлы в широком диапазоне концентраций собственных ионов имеют обратимые значения потенциалов?
6. Какой фактор называют контролирующим (лимитирующим)? Как его определить?

Задания для самостоятельной работы.

- 1) Подготовка к текущему контролю, контрольному срезу – коллоквиуму, проработать теоретический рекомендуемую литературу.
- 2) Подготовка курсовых работ.
- 3) Ответьте на вопросы:
 1. Что называется коррозионной диаграммой? Как она строится?
 2. Какие виды контроля коррозионного процесса вам известны?
 3. Изобразите коррозионные диаграммы Эванса и Вагнера-Трауда с катодным, анодным, омическим контролем.
 4. Изобразите и охарактеризуйте коррозионную диаграмму для случая коррозии под действием окислителя.
 5. Изобразите и охарактеризуйте коррозионную диаграмму для случая коррозии под действием восстановителя.
 6. Изобразите и охарактеризуйте коррозионную диаграмму в условиях коррозии металла под действием окислителя.

Тема 7. Коррозия двух металлов в контакте (ПК-1)

Лекция.

Протекторная защита. Влияние соотношения площадей протектора и защищаемого металла. Влияние протекторную защиту в нейтральных средах. Разностный (дифференциальный) эффект. Отрицательное влияние электропроводности раствора на коррозию в контакте. Радиус действия протектора. Зависимость от площади раствора. Роль глубины погружения. Аналитическое выражение скорости коррозии. Уравнения Штерна.

Лабораторные работы.

Протекторная защита»

Опыт 1. Определение количественных показателей работы протекторов.

Изучение эффективности протекторной защиты производится на простой установке, моделирующей составленный протектором (цинк, магний, сплав алюминия с магнием и т.п.) и защищаемым металлом.

Задание.

1. Выполнить лабораторную работу согласно алгоритму методики эксперимента.
2. Рассчитать по опытным данным среднюю величину силы защитного тока в цепи металл протектор : тока, потери в массе образцов на единицу их поверхности и скорость коррозии.
3. Определить основные технологические показатели эффективности протекторной защиты, защитный ток и КПД протектора.
4. Сделайте вывод о эффективности испытанных протекторов .

Опыт 2. Определение радиуса действия протектора.

Вариант 1. В соответствии с определением радиуса действия протектора, как расстояния от него до ближайшего очага коррозии на поверхности защищаемого металла, радиус может быть определен по методу С.А. Балежина.

Задание.

1. Выполнить лабораторную работу согласно алгоритму методики эксперимента.
2. Построить график, выражающий зависимость радиуса действия протектора от удельной электропроводности раствора.
3. Сделайте выводы из полученных результатов.

Вариант 2. Определение радиуса действия протектора по данным измерения потенциала защищаемого металла.

Радиус действия протектора можно определить как расстояние от места присоединения протекторного электрода к месту, где достигается значение обратимого электродного потенциала анодной составляющей системы.

Задание.

1. Выполнить лабораторную работу согласно алгоритму методики эксперимента.
2. Построить график в координатах $j - r$.
3. Графическим методом определить радиус действия протекторов в каждом растворе.
4. Сделайте вывод о влиянии электропроводности на радиус действия протектора.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы.

1. В чем сущность протекторной защиты?
2. Когда целесообразно применять протекторную защиту?
3. Какими показателями характеризуется эффективность протекторной защиты?
4. Что такое радиус действия протектора?
5. От чего зависит величина радиуса действия протектора?
6. Почему в кислых средах протекторная защита используется ограниченно?

Задания для самостоятельной работы.

- 1) Подготовка к текущему контролю, контрольному срезу – коллоквиуму, проработать теоретический материал и рекомендованную литературу.
- 2) Подготовка курсовых работ.
- 3) Подготовить ответы на вопросы.
1. Изобразите и охарактеризуйте коррозионную диаграмму двух металлов в контакте под действием од

2. Изобразите и охарактеризуйте коррозионную диаграмму двух металлов в контакте под действием раз-
личной его концентрации.
3. Что является причиной положительного и отрицательного дифференциального эффекта?
4. Охарактеризуйте влияние электропроводности раствора на коррозию в контакте.

Тема 8. Влияние внешней поляризации на внутренний коррозионный ток. (ПК-2)

Лекция.

Защитный эффект. Вывод уравнений зависимости разностного и защитного эффектов от внешней
положительных разностного и защитного эффектов. Отрицательный защитный эффект. Причины его

Лабораторные работы.

Катодная защита внешним источником тока

Цель работы: изучить процессы осуществления катодной защиты внешним источником тока,
рассчитать коэффициент защитного действия и защитный эффект.

Определяют скорости коррозии стали при потенциале саморастворения и под катодным током.

Задание.

1. Выполнить лабораторную работу согласно алгоритму методики эксперимента.
2. Построить график зависимости плотность – потенциал.
3. Определить защитную плотность тока графическим методом при потенциале $E_{k,i} = E_{ст} - 0,1$, где
защитной плотности тока, В; $E_{ст}$ – стационарный потенциал электрода, В.
4. Рассчитать величину защитного эффекта $Z_{Э}$ и коэффициент защитного действия h , используя
коррозии стали в рабочем растворе в коррозионных опытах.
5. Сделать вывод об эффективности катодной защиты.

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

1. В чем заключается сущность катодной защиты?
2. Где находит применение катодная защита?
3. Как рассчитывают защитный эффект и коэффициент защитного действия?
4. В каких средах наиболее эффективна катодная защита?
5. При каком механизме коррозии можно применять катодную защиту?

Задания для самостоятельной работы.

- 1) Подготовка к текущему контролю, контрольному срезу – коллоквиуму, проработать теоретический
рекомендуемую литературу.
- 2) Подготовка курсовых работ.
- 3) Ответьте на вопросы:
 1. Что называют защитным эффектом?
 2. Сопоставьте явления положительного разностного и защитного эффектов.
 3. Изобразите и охарактеризуйте коррозионную диаграмму для графического расчета коэффициента z ;
 6. В чем причина возникновения отрицательного защитного эффекта.

Тема 9. Пассивность металлов. (ПК-1)

Лекция.

Определения пассивности. Характеристики пассивации и Фладе-потенциал. Влияние природы металлов
Возникновение пассивности металлов под действием окислителей. Влияние контакта двух металлов
депассивацию одного из них. Пассивация железа в растворе азотной кислоты.

Теории пассивности: пленочная (фазовая) и адсорбционная. Доказательства пленочной теории пассивности на металлах. Потенциалы металлов при постоянной шлифовке под слоем раствора. Доказательства участия воды в процессе пассивации. Влияние углекислого газа на склонность к перепассивации, или транспассивное состояние. Влияние галогенидных ионов на пассивное состояние. Питтингообразование. Критический потенциал питтингообразования. Подавление образования питтингов. Определение скорости растворения металла в питтингах и скорости роста питтингов.

Микроскопическое определение размеров питтингов. Моделирование питтингов. Типы питтингов. Использование пассивности для защиты от коррозии. Анодная защита. Условия применения анодной защиты.

Лабораторные работы.

Анодная защита внешним источником тока»

Цель работы: изучить возможность осуществления анодной защиты, освоить методику потенциодинамического исследования поляризации электрода, определить потенциал и ток перехода металла в пассивное состояние, а также область потенциалов, соответствующую пассивному состоянию металла.

Задание.

1. Выполнить лабораторную работу согласно алгоритму методики эксперимента.
2. Используя полученную потенциодинамическую кривую определить максимальный ток и потенциальную плотность тока в пассивном состоянии и область потенциалов, отвечающую пассивному состоянию металла.
3. Пересчитать плотность тока в пассивном состоянии на массовый показатель коррозии (г/м² час).
4. Рассчитать коэффициент уменьшения скорости коррозии стали за счет анодной защиты по формуле
5. Сделать вывод об эффективности анодной защиты.

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

1. На чем основана анодная защита внешним источником тока?
2. Что называют пассивностью металла? В чем практическая значимость пассивности?
3. Какими явлениями характеризуется наступление пассивного состояния?
4. Какой процесс называется депассивацией или активацией? Перечислите депассиваторы.
5. Охарактеризуйте основные способы анодной защиты. Укажите условия анодной защиты.
6. Где и в каких средах применима анодная защита?
7. Изобразите полную кривую анодной поляризации и укажите характеристики пассивации.
8. Какие вещества являются депассиваторами?

Задания для самостоятельной работы.

- 1) Подготовка к текущему контролю, контрольному срезу – коллоквиуму, проработать теоретический материал: конспекты лекций, рекомендуемую литературу.
- 2) Подготовка курсовых работ
- 3) Подготовить ответы на вопросы:
 1. Поведение металлов в пассивной области.
 2. Причины возникновения пассивности.
 3. Способы перевода металла в пассивное состояние.
 4. Солевая пассивность.
 5. Перепассивация или транспассивное состояние.

Тема 10. Использование емкостных измерений в изучении коррозии и защиты металлов. Электрокапиллярные явления. Дисковые электроды. Фотоэлектрическая поляризация (ФЭП). (ПК-2)

Лекция.

Емкостные измерения. Их использование для изучения адсорбции ПАВ. Дифференциальная и интегральная поляризация. Использование для определения потенциала нулевого заряда.

Электрокапиллярные явления. Уравнение Липпмана. Потенциалы нулевого заряда. Специфическая особенность метода измерения емкости двойного слоя на твердых электродах.

Импедансная спектроскопия. Другие методы определения емкости двойного слоя: метод спада потенциала адсорбата в растворе, по привесу электрода.

Вращающийся дисковый электрод и дисковый электрод с кольцом. Преимущества вращающегося электрода для установления природы лимитирующей стадии реакции, определения порядка коэффициентов диффузии ионов и молекул, определения концентрации.

Использование метода фотоэлектрической поляризации в коррозионных исследованиях. Теоретическое уравнение. зависимость знака ЭДС ФЭП от характера нестехиометричности оксида. Установление типов оксидов.

Лабораторные работы.

Вращающийся дисковый электрод»

Цель работы: Снять катодные поляризационные кривые на вращающемся дисковом электроде при различных скоростях электролита и разных скоростях вращения. Установить зависимость предельного диффузионного тока от скорости вращения дискового электрода, а также от концентраций восстанавливающихся на электроде ионов металлов и рассчитать их коэффициент диффузии.

Опыт 1. Исследование зависимости предельного тока от числа оборотов дискового электрода.

Опыт 2. Исследование зависимости предельного тока от концентрации восстанавливающихся ионов металла.

Опыт 3. Влияние природы восстанавливающихся комплексов меди на величину предельного тока.

Задание.

1. Выполнить лабораторную работу согласно алгоритму методики эксперимента.
2. По полученным данным построить катодные поляризационные кривые в координатах $j - \lg i$.
3. Из этих кривых для всех растворов определить предельный диффузионный ток.
4. Рассчитать коэффициент диффузии для каждого случая.
5. Рассчитать для каждого случая толщину диффузионного слоя.
6. На основе полученных результатов сделать выводы.

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

1. Укажите стадии электродного процесса.
2. какие механизмы массопереноса вы знаете?
3. Каковы представления Нернста о закономерностях конвективной диффузии?
4. В чем заключается недостатки модели диффузионного слоя. Предложенной Нернстом?
5. Каковы отличительные особенности вращающегося дискового электрода?
6. Как определить порядок реакции с использованием вращающегося дискового электрода?

Задания для самостоятельной работы.

- 1) Подготовка к текущему контролю, проработать теоретический материал: конспекты лекций, рекомендации.
- 2) Подготовка курсовых работ.
- 3) Ответьте на вопросы:
 1. Особенности метода измерения емкости двойного слоя на твердых металлах. Импедансный метод.
 2. Конструкция дискового электрода и использование его для определения лимитирующей стадии процесса.
 3. Использование дискового электрода в коррозионных процессах
 4. Конструкция дискового электрода с кольцом. Коэффициент эффективности. Определение в пассивном состоянии.
 5. Определение механизма растворения сплавов с помощью диска с кольцом.
 6. Определение механизма коррозионного процесса с помощью диска с кольцом.
 7. Метод фотоэлектрической поляризации, его сущность и практическое осуществление.
 8. Использование метода фотоэлектрической поляризации для определения типа проводимости и влияния ингибиторов коррозии.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

7 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 70 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 10 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Термодинамические предпосылки коррозии. Классификация коррозионных процессов.	Лабораторная работа	10	3 балл выполнение, 2 балла содержание (правильность выводов, расчетов), 1 балл-оформление, 4 баллов защита (ответы на вопросы).
		Контрольная работа(контрольный срез)	10	9-11-Студент правильно выполнил 90-100% заданий; Студент правильно выполнил – 7-8 - 70-80% заданий. Студент правильно выполнил – 5-6 - 50-60% заданий. 1-5 Студент правильно выполнил менее 50% заданий.
2.	Внутренние и внешние факторы коррозии	Лабораторная работа	10	3 балл выполнение, 2 балла содержание (правильность выводов, расчетов), 1 балл-оформление, 4 баллов защита (ответы на вопросы).
3.	Методы коррозионных исследований	Лабораторная работа	10	3 балл выполнение, 2 балла содержание (правильность выводов, расчетов), 1 балл-оформление, 4 баллов защита (ответы на вопросы).
		Контрольная работа	10	9-10-Студент правильно выполнил 90-100% заданий; Студент правильно выполнил – 7-8 - 70-80% заданий. Студент правильно выполнил – 5-6 - 50-60% заданий. 1-5 Студент правильно выполнил менее 50% заданий.
		Тестирование	10	Тест содержит 10 вопросов, за каждый правильный ответ -1 балл
4.	Химическая коррозия	Лабораторная работа	10	3 балл выполнение, 2 балла содержание (правильность выводов, расчетов), 1 балл-оформление, 4 баллов защита (ответы на вопросы).

		коллоквиум(контрольный срез)	10	<p>Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов: 9-10 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано, уместно используется информационный и иллюстративный материал (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.). На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу. 8-7 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений 5-6 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания 0-4 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом</p>
		Тестирование	10	Тест содержит 10 вопросов, за каждый правильный ответ -1 балл
5.	Посещаемость		10	<p>10 баллов – студент посетил все 100% занятий 7-9 баллов – студент посетил не менее 80% занятий 4-6 баллов – студент посетил не менее 50% занятий 1-3 балла – студент посетил не менее 25% занятий Если студент посетил менее 25% занятий, баллы не начисляются</p>
6.	Премияльные баллы		10	Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены за постоянную активность во время лабораторных занятий – 10 баллов
7.	Итого за семестр		100	

8 семестр

- текущий контроль – 50 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый

- премиальные баллы – 10 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Электрохимическая коррозия металлов	Лабораторная работа	5	2 балла содержание (правильность выводов, расчетов), 1 балл-оформление, 2 баллов защита (ответы на вопросы).
		Тестирование	10	Тест содержит 10 вопросов, за каждый правильный ответ -1 балл
		Практическое задание для практической подготовки	5	5 баллов - студент самостоятельно может провести электрохимические испытания по оценке защитной эффективности ингибиторов, правильно дает оценку их применимости. 2-4 балла. Студент испытывает затруднения в экспериментальной части, 0-1 балл. Студент испытывает затруднения с выбором методики проведения эксперимента. Делает неверные выводы применения ингибиторов в тех или иных средах.
2.	Коррозионные диаграммы.	Лабораторная работа	5	2 балла содержание (правильность выводов, расчетов), 1 балл-оформление, 2 баллов защита (ответы на вопросы).
3.	Коррозия двух металлов в контакте	Лабораторная работа	5	2 балла содержание (правильность выводов, расчетов), 1 балл-оформление, 2 баллов защита (ответы на вопросы).
4.	Влияние внешней поляризации	Лабораторная работа	5	2 балла содержание (правильность выводов, расчетов), 1 балл-оформление, 2 баллов защита (ответы на вопросы).

	на внутренний коррозионный ток.	коллоквиум(контрольный срез)	10	<p>Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов: 9-10 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано, уместно используется информационный и иллюстративный материал (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.). На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.</p> <p>8-7 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений</p> <p>5-6 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания</p> <p>0-4 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом</p>
5.	Пассивность металлов.	Лабораторная работа	5	2 балла содержание (правильность выводов, расчетов), 1 балл-оформление, 2 баллов защита (ответы на вопросы).
6.	Использование емкостных	Лабораторная работа	5	2 балла содержание (правильность выводов, расчетов), 1 балл-оформление, 2 баллов защита (ответы на вопросы).

<p>измерений в изучении коррозии и защиты металлов. Электрокапиллярные явления. Дисковые электроды. Фотоэлектрическая поляризация (ФЭП).</p>	<p>Собеседование(контрольный срез)</p>	<p>10</p>	<p>Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов: 9-10 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано, уместно используется информационный и иллюстративный материал (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.). На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.</p> <p>8-7 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений</p> <p>5-6 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания</p> <p>0-4 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом</p>
--	---	-----------	---

	Практическое задание для практической подготовки	5	5 баллов - студент самостоятельно может провести электрохимические испытания по оценке защитной эффективности ингибиторов, правильно дает оценку их применимости. 2-4 балла. Студент испытывает затруднения в экспериментальной части, 0-1 балл. Студент испытывает затруднения с выбором методики проведения эксперимента. Делает неверные выводы применения ингибиторов в тех или иных средах.
7.	Премияльные баллы	10	Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены за постоянную активность во время лабораторных занятий – 10 баллов
8.	Ответ на экзамене	30	10-17 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно» 18-24 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо», 25-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично».
9.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы на экзамене	50	Ответы на вопросы по темам курса 30 баллов Прохождение тестирования по курсу дисциплины 10 вопросов-20 баллов
10.	Итого за семестр	100	

Итоговая оценка по экзамену выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом

100-балльная система	Традиционная система
85 - 100 баллов	Отлично
70 - 84 баллов	Хорошо
50 - 69 баллов	Удовлетворительно
Менее 50	Неудовлетворительно

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

КОЛЛОКВИУМ

Тема 4. Химическая коррозия

1. Химическая коррозия в газах при высокой температуре – термодинамика процесса.
2. Пленки на металлах, их классификация и защитные свойства.
3. Условия сплошности пленок.
4. Законы роста пленок.
5. Методы определения толщин пленок.
6. Влияние температуры и других факторов на скорость газовой коррозии.
7. Методы защиты от газовой коррозии.
8. Коррозия в неэлектролитах.

Тема 8. Влияние внешней поляризации на внутренний коррозионный ток.

1. Электрохимическая коррозия, электродные потенциалы. Гетерогенно-электрохимический, гомогенной коррозии.
2. Особенности электрохимического коррозионного процесса. Деполяризаторы.

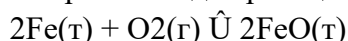
3. Поляризация. Причины поляризации. Поляризационные кривые, методы снятия.
4. Концентрационная поляризация. Омическое падение напряжения.
5. Активационная поляризация. Перенапряжение водорода.
6. Особенности коррозии с водородной деполяризацией: термодинамика, основные стадии и причины
7. Особенности коррозии с кислородной деполяризацией: термодинамика, основные стадии и причины поляризационная кривая. Влияние водородной деполяризации на кислородную.
9. Коррозионные (поляризационные диаграммы) Вагнера-Трауда, Эванса. Контролирующий фактор к
10. Коррозия под действием двух и более окислителей.
11. Коррозия двух металлов в контакте при действии одного окислителя. Коррозия двух металлов в к окислителей.
12. Аналитическое выражение скорости коррозии.
13. Протекторная защита. Разностный (дифференц-) эффект. Защитный эффект. Сопоставление явлен и защитного эффектов.
14. Влияние внешней поляризации на внутренний коррозионный ток.
15. Отрицательный защитный эффект.

Контрольная работа

Тема 1. Термодинамические предпосылки коррозии. Классификация коррозионных пр

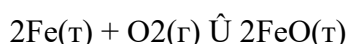
Вариант 1

1. При 100 К для реакции



$K_p = 4,136 \times 10^{20} \text{ Па}^{-1}$. Определить направление процесса, если $p_{\text{O}_2} = 2,026 \times 10^4 \text{ Па}$.

2. Возможно ли окисление железа на воздухе ($p_{\text{O}_2} = 20265 \text{ Па}$) при температуре 1000 К, если конц



при этой температуре $K_p = 2,42 \times 10^{15} \text{ Па}^{-1}$.

3. При 450°C давление диссоциации NiO по уравнению



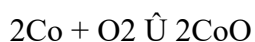
равно $K_p = p_{\text{O}_2} = 6,906 \times 10^{-26} \text{ гПа}$. Пойдет ли разложение NiO на воздухе при парциальном давл будет равно DG для обратного процесса в тех же условиях?

4. Установить термодинамическую возможность коррозии никеля с водородной деполяризацией в 5-й 298 К, в предположении образования труднорастворимого соединения Ni(OH)_2 , произведение раств Катодный процесс щелочной среде протекает по реакции $2\text{H}_2\text{O} + 2e \leftrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$.

5. Установить термодинамическую возможность коррозии хрома с кислородной и водородной деполя при 298 К, если давление кислорода и водорода составляет по 0,5 атм. Обратимый потенциал хрома и обратимому потенциалу хрома.

Вариант 2

1. Возможно ли окисление кобальта кислородом воздуха ($p_{\text{O}_2} = 1/5 \text{ атм}$)



при 450 °С, если упругость диссоциации оксида кобальта (II) при данной температуре равна $5,77 \times 10^{-2}$

2. Определить возможна ли коррозия серебра при 831 К с образованием его сульфида в газовой смеси из равных объемов H_2 и H_2S . Константа равновесия реакции: $2\text{Ag} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{S} + \text{H}_2$ равна 3,47. Пр процесс коррозии при заданной температуре невозможен?

3. Установить термодинамическую возможность коррозии цинка с кислородной деполяризацией в ней растворе ZnCl_2 при давления кислорода над раствором 0,1 атм и $T = 25^\circ\text{C}$. Средний коэффициент акт

4. В результате контакта с магнием потенциал кадмия в речной воде ($\text{pH} = 7$) сместился в отрицатель -0,85 В. Будет ли наблюдаться коррозия кадмия?

5. Рассчитать ЭДС гальванических элементов: 1) цинк в соляной кислоте; 2) железо в азрируемом ней этого, найти изменение энергии Гиббса для реакций $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$; $\text{Fe} + 1/2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}$ сравнить со значениями, полученными обычным термодинамическим расчетом, используя данные та

Тема 3. Методы коррозионных исследований

Контрольная работа

1. Основной причиной высокотемпературной «ванадиевой» коррозии является загрязненность топлив образующими при сжигании золой, содержащую легкоплавкий оксид V_2O_5 . Определить глубинный пс стали типа X18H10 при испытании на воздухе и в атмосфере топливных газов при $T = 1123$ К в течен образцов стали с площадью поверхности 40 см^2 составляет соответственно 0,335 и 3,5 г. Плотность
2. Оценить коррозионную стойкость цинка на воздухе при $T = 673$ К. Образец цинка с площадью повм массой 21,4261 г, после 180 ч испытаний на воздухе имеет массу 21,4279 г. При окислении цинка обр:
3. Рассчитать показатель изменения массы при коррозии алюминия в олеуме. Размеры образца 50×3 после восьмисуточного испытания - 4,0189 г. К какой группе коррозионной стойкости относится алк
4. Рассчитать скорость (мм/год) растворения железа, находящегося в пассивном состоянии в 1 н. раст стационарная плотность тока растворения железа в виде ионов Fe^{2+} составляет $7 \cdot 10^{-7} \text{ А/м}^2$.
5. Конструкции из нержавеющей стали X18H9T при работе в растворах, содержащих хлорид-ионы, и Оценить среднюю плотность тока в вершине питтинга, если глубина питтинга за год эксплуатации д принять, что в результате коррозии в раствор переходит в основном железо в виде ионов Fe^{2+} .

Лабораторная работа

Тема 1. Термодинамические предпосылки коррозии. Классификация коррозионных п

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, контрольные вопросы

1. Напишите уравнения анодной и катодной реакций, протекающих при коррозии магния в разбавленн
2. Рассчитайте величину Э.Д.С. процесса коррозии магния в разбавленной серной кислоте.
3. С каким контролем протекает коррозия магния в растворах $pH = 1, 7, 9$?
4. Что называется перенапряжением водорода, и от каких факторов оно зависит?
5. Изобразите вид зависимости скорости коррозии от pH для алюминия.
6. Изобразите и объясните характер зависимости скорости коррозии от pH для цинка.
7. Запишите уравнение процесса кислородной деполяризации и уравнение Нернста кислородного эле
8. Запишите уравнение Нернста для водородного электрода.
9. Запишите условие, при котором окислитель выступает в качестве деполяризатора катодной реакции

Тема 2. Внутренние и внешние факторы коррозии

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, контрольные вопросы

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

1. Как влияет рост температуры на коррозию металлов в неокислительных кислотах, протекающей с в
2. Как влияет рост температуры на коррозию металлов в нейтральных средах, протекающей с кислоро
3. Каким уравнением оценивается зависимость скорости коррозии от температуры?
4. По какой величине можно судить о природе стадии, определяющей скорость данного коррозионног

Тема 3. Методы коррозионных исследований

Лабораторная работа «Фосфатирование»

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, контрольные вопросы

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

1. Охарактеризуйте процесс подготовки поверхности перед нанесением покрытия.
2. Для каких металлов применяют фосфатирование и в каких условиях эксплуатации?
3. В чем состоит суть образования фосфатных пленок? Напишите уравнения химических реакций, п стали.

4. Опишите плюсы и минусы фосфатных пленок.

Тема 4. Химическая коррозия

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, контрольные вопросы)

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

1. Как проводится термическое оксидирование стали?
2. В чем сущность химического оксидирования стали?
3. Как проводится анодирование алюминия?
4. Какой раствор используется для химического оксидирования алюминия?
5. Как увеличить коррозионную стойкость оксидированных изделий?
6. Как проводится оксидирование магниевых сплавов?

Тема 5. Электрохимическая коррозия металлов

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, контрольные вопросы)

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

1. Что называется электрохимической коррозией?
2. Что является первопричиной электрохимической коррозии?
3. Какая реакция протекает на катоде в кислой среде?
4. Какая реакция протекает на катоде в щелочной и нейтральной средах?
5. Какая реакция протекает на аноде?
6. Какие существуют виды деполяризации?
7. Каким образом подготавливают образцы к выполнению лабораторной работы?
8. Что представляет собой поляризационная кривая? Как с ее помощью определить скорость коррозии

Тема 6. Коррозионные диаграммы.

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, контрольные вопросы)

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

1. Какие системы в электрохимии называют равновесными?
2. В каких условиях возникают неравновесные (необратимые) потенциалы?
3. Как определить значение стандартного окислительно-восстановительного потенциала системы по
4. На основании каких данных можно сделать вывод о природе измеренных потенциалов?
5. Какие металлы в широком диапазоне концентраций собственных ионов имеют обратимые значения
6. Какой фактор называют контролирующим (лимитирующим)? Как его определить?

Тема 7. Коррозия двух металлов в контакте

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, контрольные вопросы)

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы.

1. В чем сущность протекторной защиты?
2. Когда целесообразно применять протекторную защиту?
3. Какими показателями характеризуется эффективность протекторной защиты?
4. Что такое радиус действия протектора?
5. От чего зависит величина радиуса действия протектора?
6. Почему в кислых средах протекторная защита используется ограниченно?

Тема 8. Влияние внешней поляризации на внутренний коррозионный ток.

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, контрольные вопросы)

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

1. В чем заключается сущность катодной защиты?
2. Где находит применение катодная защита?
3. Как рассчитывают защитный эффект и коэффициент защитного действия?
4. В каких средах наиболее эффективна катодная защита?
5. При каком механизме коррозии можно применять катодную защиту.

Тема 9. Пассивность металлов.

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, контрольные вопросы).

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

1. На чем основана анодная защита внешним источником тока?
2. Что называют пассивностью металла? В чем практическая значимость пассивности?
3. Какими явлениями характеризуется наступление пассивного состояния?
4. Какой процесс называется депассивацией или активацией? Перечислите депассиваторы.
5. Охарактеризуйте основные способы анодной защиты. Укажите условия анодной защиты.
6. Где и в каких средах применима анодная защита?
7. Изобразите полную кривую анодной поляризации и укажите характеристики пассивации.
8. Какие вещества являются депассиваторами?

Тема 10. Использование емкостных измерений в изучении коррозии и защиты металлов. Электрока электроды. Фотоэлектрическая поляризация (ФЭП).

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, контрольные вопросы)

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

1. Укажите стадии электродного процесса.
2. какие механизмы массопереноса вы знаете?
3. Каковы представления Нернста о закономерностях конвективной диффузии?
4. В чем заключается недостатки модели диффузионного слоя. Предложенной Нернстом?
5. Каковы отличительные особенности вращающегося дискового электрода?
6. Как определить порядок реакции с использованием вращающегося дискового электрода?

Практическое задание для практической подготовки

Тема 5. Электрохимическая коррозия металлов

Студент должен электрохимическими методами оценить защитное действие ингибиторов по потроше усмотрение преподавателя), дать оценку применимости ингибитора в тех или иных агрессивных среда:

Тема 10. Использование емкостных измерений в изучении коррозии и защиты металлов. Электрока электроды. Фотоэлектрическая поляризация (ФЭП).

Студент должен оценить степень адсорбции ингибитора сероводородной коррозии на стали с помощью импеданса.

Собеседование

Тема 10. Использование емкостных измерений в изучении коррозии и защиты металлов. Электрока электроды. Фотоэлектрическая поляризация (ФЭП).

1. Определения пассивности.
2. Характеристики пассивности и Фладе-потенциал.
3. Влияние природы металла и среды на характер пассивации.
4. Пассивация железа в азотной кислоте.
5. Пассивность железа как следствие образования фазового оксида. Общие представления. Примеры.
6. Адсорбция как фактор, определяющий пассивность. Общие представления. Примеры.
7. Солевая пассивность.
8. Перепассивация или транспассивное состояние.
9. Использование пассивности для защиты от коррозии. Анодная защита. Условия применения анодных
10. Депассивация и питтингообразование.

Тестирование

Тема 3. Методы коррозионных исследований

1. Предпосылки коррозии металлов.
 - а) Термодинамическая неустойчивость металлического состояния, обуславливающая самопроизвольное состояние.
 - б) Термодинамическая устойчивость металлического состояния большинства черных и цветных металлов.
 - в) Наличие примесей в используемых в промышленности черных и цветных металлов.
 - г) Отсутствие примесей в используемых в промышленности черных и цветных металлов.
2. В чем сущность химического механизма коррозии металлов?
 - а) Окисление металла и восстановление окислителя происходят в одном акте.
 - б) Окисление металла и восстановление окислителя происходят в разных актах.
 - в) Процесс складывается из 3-х пространственно разделенных стадий: окисление металла, перетекание окислителя.
 - г) Процесс складывается из анодной реакции окисления металла и катодной реакции восстановления на разных участках поверхности.
3. Особенности электрохимического коррозионного процесса.
 - а) Зависимость скорости процесса от потенциала.
 - б) Независимость скорости процесса от потенциала.
 - в) Независимость скорости процесса от давления.
 - г) Зависимость скорости процесса от температуры
4. Укажите правильное соотношение равновесных потенциалов корродирующего металла φ_{Me} и окислителя $\varphi_{деп.}$
 - а) $\varphi_{деп.} > \varphi_{Me}$ б) $\varphi_{деп.} < \varphi_{Me}$ в) $\varphi_{деп.} = \varphi_{Me}$ г) $\varphi_{деп.} < 2 \varphi_{Me}$
5. Что является главным окислителем-деполяризатором при коррозии металлов в нейтральных средах?
 - а) O_2 б) H_3O^+ в) H_2O г) OH^-
6. Какое состояние поверхности металла способствует более высокой коррозионной стойкости?
 - а) Полированное. б) Грубо обработанное.
 - в) С наклепом на поверхности. г) с удаленной с поверхности оксидной пленкой.
7. Какие анионы вызывают увеличение скорости коррозии металлов из-за их активирующего действия?
 - а) Cl^- б) SO_4^{2-} в) PO_4^{3-} г) SO_3^{2-}

8. Выберите внутренние и внешние факторы коррозии:

- а) природа металла; б) структура сплава; в) состояние поверхности металла
- г) влияние гидродинамических условий д) механические напряжения

Ответ : 1) внутренние, 2) внешние.....

9. В каких единицах измеряется глубинный показатель коррозии?

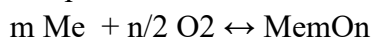
- а) мм/год
- б) г/(см²ч)
- в) А/см²
- г) см³/(м²ч)

10. В чем заключается волюмометрический метод измерения скорости коррозии?

- а) В определении потери массы образцов за определенное время нахождения в агрессивной среде.
- б) В определении объема выделившегося водорода за определенное время нахождения в агрессивной
- в) В определении объема поглощенного кислорода за определенное время нахождения в агрессивной
- г) В визуальном определении состояния поверхности.

Тема 4. Химическая коррозия

1. При каком значении ΔG реакция



будет протекать слева направо?

- а) $\Delta G < 0$
- б) $\Delta G > 0$
- в) $\Delta G = 0$
- г) $\Delta G = 1$

2. Укажите условие сплошности пленки оксида, образующегося на поверхности металла.

- а) $V_{\text{ок}} / V_{\text{Me}} > 1$
- б) $V_{\text{ок}} / V_{\text{Me}} < 1$
- в) $V_{\text{ок}} / V_{\text{Me}} = 1$
- г) $V_{\text{ок}} / V_{\text{Me}} = 0,5$

3. Укажите, при каком значении $V_{\text{ок}} / V_{\text{Me}}$ на поверхности металла образуется сплошная пленка окси

- а) 2,09
- б) 0,79
- в) 0,5
- г) 11,7

4. Какое уравнение выражает линейный закон роста защитной пленки на металле?

- а) $h = kt + \text{const}$
- б) $h^2 = kt$
- в) $h = klgt$
- г) $h = ekt$

5. Какое уравнение выражает параболический закон роста защитной пленки на металле?

- а) $h^2 = kt$
- б) $h = kt$
- в) $h = klgt$
- г) $h = ekt$

6. Какой металл быстро корродирует в атмосфере SO₂?

- а) Ni
- б) Cu
- в) Pt
- г) Au

7. Какой оксид преобладает в окалине, образованной на железе выше 600°С?

- а) FeO
- б) Fe₂O₃
- в) Fe₃O₄
- г) CO

8. Какого оксида меньше всего в окалине, образованной на железе выше 600°С?

- а) Fe₂O₃
- б) FeO
- в) Fe₃O₄
- г) Fe₂O₂

9. Укажите газ, вызывающий обезуглероживание стали и чугуна.

- а) CO₂
- б) Cl₂
- в) N₂
- г) NO

10. При введении какого состава в стали они становятся наиболее жаростойкими?

- а) Cr + Si + Al
- б) Cr
- в) Cr + Si
- г) Al

Тема 5. Электрохимическая коррозия металлов

1. Укажите формулу Нернста для расчета обратимого электродного потенциала.

- а) $j = j_0 + \frac{RT}{nF} \ln a_{Me^{n+}}$
- б) $m = m_0 + \frac{RT}{nF} \ln a_{Me^{n+}}$
- в) $H_3O^+ + e = \frac{1}{2} H_2 + H_2O$
- г) $\Delta G_0 = - RT \ln K_a$

2. Укажите металл, имеющий обратимый потенциал в водных растворах.

- а) Cu
- б) Fe
- в) Al
- г) Mg

3. Укажите металл, имеющий необратимый потенциал в водных растворах.

- а) Fe
- б) Cu
- в) Cd
- г) Ag

4. Укажите катодный процесс водородной деполяризации при электрохимической коррозии металлов.

- а) $H_3O^+ + e = \frac{1}{2} H_2 + H_2O$
- б) $O_2 + 2 H_2O + 4e = 4 OH^-$
- в) $CuO + H_2O + 2e = Cu + 2 OH^-$

- г) $R-O + 4 H^+ + 4e = RH_2 + H_2O$
5. Укажите катодный процесс кислородной деполяризации при электрохимической коррозии металла
- а) $O_2 + 2 H_2O + 4e = 4 OH^-$
- б) $H_3O^+ + e = \frac{1}{2} H_2 + H_2O$
- в) $CuO + H_2O + 2e = Cu + 2 OH^-$
- г) $R-O + 4 H^+ + 4e = RH_2 + H_2O$
6. Укажите правильное соотношение равновесных потенциалов корродирующего металла ϕ_{Me} и окис
- а) $\phi_{деп.} > \phi_{Me}$
- б) $\phi_{деп.} < \phi_{Me}$
- в) $\phi_{деп.} = \phi_{Me}$
- г) $\phi_{деп.} < 2 \phi_{Me}$
7. Особенности электрохимического коррозионного процесса.
- а) Зависимость скорости процесса от потенциала.
- б) Независимость скорости процесса от потенциала.
- в) Независимость скорости процесса от давления.
- г) Зависимость скорости процесса от температуры.
8. Назовите основоположника теории электрохимической коррозии металлов.
- а) Де ля Рив
- б) Акимов
- в) Розенфельд
- г) Фрумкин
9. Что является главным окислителем -деполяризатором при коррозии металлов в кислых средах?
- а) H_3O^+
- б) O_2
- в) H_2O
- г) OH^-
10. Что является главным окислителем-деполяризатором при коррозии металлов в нейтральных среда
- а) O_2
- б) H_3O^+
- в) H_2O
- г) OH^-

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета, экзамена

Типовые вопросы зачета (ПК-1, ПК-2)

1. Термодинамические предпосылки коррозии.
2. Классификация коррозионных процессов.
3. Внутренние и внешние факторы коррозии.
4. Методы коррозионных исследований.
5. Химическая коррозия.
6. Газовая коррозия. Законы роста пленок на металлах.
7. Методы определения их толщины.
8. Факторы, влияющие на газовую коррозию.
9. Методы защиты от газовой коррозии.
10. Коррозия в неэлектролитах.
11. Качественные и количественные показатели коррозии.

Типовые задания для зачета (ПК-1, ПК-2)

1. Электрохимическая коррозия, электродные потенциалы. Гетерогенно-электрохимический, гомоген коррозии.
2. Особенности электрохимического коррозионного процесса. Деполяризаторы.
3. Поляризация. Причины поляризации. Поляризационные кривые, методы снятия.
4. Концентрационная поляризация. Омическое падение напряжения.
5. Активационная поляризация. Перенапряжение водорода.
6. Особенности коррозии с водородной деполяризацией: термодинамика, основные стадии и причины
7. Особенности коррозии с кислородной деполяризацией: термодинамика, основные стадии и причины поляризационная кривая. Влияние водородной деполяризации на кислородную.

Типовые вопросы экзамена (ПК-1, ПК-2)

1. Электрохимическая коррозия. Основы теории электрохимической коррозии.
2. Особенности электрохимического коррозионного процесса.
3. Поляризация. Поляризационные кривые.
4. Деполяризация и деполяризаторы.
5. Концентрационная поляризация.
6. Активационная поляризация. Перенапряжение водорода.
7. Особенности процесса с водородной деполяризацией.
8. Особенности процесса с кислородной деполяризацией.
9. Коррозионные диаграммы Эванса. Коррозионные диаграммы Вагнера-Трауда.
10. Контролирующий фактор коррозии.

Типовые задания для экзамена (ПК-1, ПК-2)

1. Рассчитать показатель изменения массы при коррозии алюминия в oleуме. Размеры образца 50 x 30 после восьмисуточного испытания - 4,0189 г. К какой группе коррозионной стойкости относится алюм
2. Определить объемный показатель коррозии магния в 0,5 н. растворе NaCl. Размеры образца 20 x полное погружение, T=298K, давление воздуха - 1 атм. За 100 ч выделилось 330 см³ водорода.
3. Установить взаимосвязь между объемным показателем коррозии, полученным в предыдущей задаче показателем изменения массы. Атомная масса магния A(Mg) = 24. Валентность n = 2.
4. вывести соотношение между мм/год и г/см²сут, мм/год и г/м²ч, мм/год и г/см²ч, г/см²ч и г/м²сут.
5. Определить, может ли магний дать сплошную оксидную пленку, если плотность магния и плотн равны 1,74 и 3,65 г/см³.
6. Рассчитать потенциал хлорсеребряного электрода в 1 тр растворе NaCl.
7. Рассчитать ЭДС цепи, состоящей из медного и водородного (P_{H2} = 0,2 МПа) электродов в растворе

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Зачет

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
--------	-------------	--

«зачтено» (50 - 100 баллов)	ПК-1	Демонстрирует глубокие и системные знания фундаментальных лежащих в основе теории коррозионных процессов в га электропроводящих средах; Знает концепцию комплексного с материалов от коррозии в том числе по электрохимической поверхности металлических конструкций Умеет интерпретировать результаты лабораторных коррозионных экспериментов на теоретических закономерностей электрохимии, Способен предложить методов проведения эксперимента по изучению коррозионной ст защите, по электрохимической защите внутренней поверхно конструкций Владеет системой методов отбора материала для теоретических занятий и лабораторных работ по изучению кор металлов. Ответ построен логично, материал излагается четко, я аргументировано
	ПК-2	Демонстрирует глубокие и системные знания теории химическо коррозии металлических материалов, основные закономерности коррозии пути и средства борьбы с коррозионным разрушением м анализировать механизм коррозионного процесса и объяс лабораторных коррозионных экспериментов. Может предложить план проведения эксперимента по электрохимической защите по металлических конструкций. Ответ построен логично, материал хорошим языком, аргументировано
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ПК-1	Не ориентируется в базовых теоретических вопросах химиче электрохимии. Не может применить теорию для анализа конк ситуации. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется
	ПК-2	Не ориентируется в базовых теоретических вопросах химиче электрохимии. Не может применить теорию для анализа конк ситуации по электрохимической защите подземных и подвод конструкций. Неправильно отвечает на поставленные вопросы ответом.

Экзамен

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично» (85 - 100 баллов)	ПК-1	Демонстрирует глубокие и системные знания фундаментальных лежащих в основе теории коррозионных процессов в га электропроводящих средах; Знает концепцию комплексного обеспечения защиты материалов числе по электрохимической защите внутренней поверхно конструкций Умеет интерпретировать экспериментальные результаты лабораторных экспериментов на основе знаний теоретических закономерностей Способен предложить и обосновать ряд методов проведения изучения коррозионной стойкости металлов и их защите, по элек внутренней поверхности металлических конструкций Владеет системой методов отбора материала для теоретич лабораторных работ по изучению коррозионной стойкости металлов. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, аргументировано

	ПК-2	Демонстрирует глубокие и системные знания теории химической коррозии металлических материалов, основные закономерности коррозии пути и средства борьбы с коррозионным разрушением материалов. Умеет анализировать механизм коррозионного процесса и описывать лабораторных коррозионных экспериментов. Может предложить пути исследования, план проведения электрохимической защиты подземных и подводных металлических конструкций. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, аргументировано
«хорошо» (70 - 84 баллов)	ПК-1	Демонстрирует достаточный уровень знаний основных фундаментальных теорий в области электрохимии и коррозии металлов. Способен прогнозировать поведение металлических материалов в различных условиях. Владеет основными методами отбора материала для теоретических и лабораторных работ по изучению коррозионной стойкости металлов, электрохимической защите внутренней поверхности металлических конструкций. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком.
	ПК-2	Демонстрирует достаточный уровень знаний основных фундаментальных теорий в области электрохимии и коррозии металлов. Способен проанализировать предложенный план исследования механизма, коррозионной стойкости металлов, по электрохимической защите подземных и подводных металлических конструкций. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком.
«удовлетворительно» (50 - 69 баллов)	ПК-1	Демонстрирует знание некоторых фундаментальных законов химической термодинамики, закономерностей электрохимии. Владеет отдельными методами отбора материала для теоретических и лабораторных работ по изучению коррозионной стойкости металлов. Ответ не всегда логично выстроен, вопросы, задаваемые преподавателем, вызывают затруднения
	ПК-2	Демонстрирует знание законов общей и химической термодинамики, электрохимии. Владеет отдельными методами исследования, может провести эксперимент по изучению коррозионной стойкости металлов, по электрохимической защите подземных и подводных металлических конструкций. Ответ не всегда логично выстроен, вопросы, задаваемые преподавателем, вызывают затруднения
«неудовлетворительно» (менее 50 баллов)	ПК-1	Не ориентируется в базовых теоретических вопросах химической термодинамики, электрохимии. Не может применить теорию для анализа конкретной практической задачи. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется ответить
	ПК-2	Не ориентируется в базовых теоретических вопросах химической термодинамики, электрохимии. Не может применить теорию для анализа конкретной практической задачи. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется ответить

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться с программой дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания дисциплины.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендации профессиональных баз данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы. Устным опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с использованием MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть распечатан в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть структурированным и содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответ на вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов и источников);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение содержания);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического применения их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы участвуют в обсуждении, добавляют информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Ответы подлежат оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов выступления с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержанию, направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования техники последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соотношение звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальное использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, усвоенные, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Цыганкова Л.Е., Вигдорович В.И., Поздняков А.П. Введение в теорию коррозии металлов : учеб. пособие. - ТГУ, 2002. - 310 с.
2. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Кинетика и механизм электродных реакций в процессах коррозии металлов. - Изд. 2-е, перераб. и доп.. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2010. - 127 с.
3. Цыганкова Л.Е., Вигдорович В.И. Лабораторный практикум по химическому сопротивлению металлов : учеб. пособие для хим. фак. ун-тов. - Изд. 2-е, перераб. и доп.. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2010. - 197 с.

6.2 Дополнительная литература:

1. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Электрохимическое и коррозионное поведение металлов в кислых средах : [монография]. - М.: Радиотехника, 2009. - 327 с.
2. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Поздняков А.П., Шель Н.В. Научные основы, практика создания консервационных материалов : Учеб. пособие для хим. фак. ун-тов. - Тамбов: Изд-во ТГУ, 2001. - 192 с.
3. Белоглазов С.М. Электрохимический водород и металлы. Поведение, борьба с охрупчиванием. - Калининградского гос. ун-та, 2004. - 320 с.

6.3 Методические разработки:

1. Алехина О.В., Вервекина Н.В. Изучение кинетики электродных процессов на потенциостате-гальваностате. - Тамбов: Изд-во ТГУ, 2008. - 32 с.
2. Цыганкова Л.Е. Лабораторные работы по импедансной спектроскопии : учеб. пособие для студ. хим. фак. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2008. - 32 с.

6.4 Иные источники:

1. Интернет-энциклопедии - <http://www.rubicon.com/>
2. Электронная библиотека социологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова - <http://lib.soc.mgu.ru/>
3. Электронная версия «Социологического журнала», издаваемого Российской академией наук - www.nir.ru/socio/scipubl/socjour.htm

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: проведение занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированными средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования и иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Education

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

7-Zip 9.20

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monograf.ru/>
2. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
3. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyj-katalog/>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&scope=openid

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде.