

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

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института



Е. В. Скрипникова
«04» июля 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.14 Коррозия металлов с водородной деполяризацией

Направление подготовки/специальность: 04.03.01 - Химия

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

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2022

Тамбов, 2022

Автор программы:

Кандидат химических наук, доцент Бердникова Галина Геннадьевна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 - Химия (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «17» июля 2017 г. № 671).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «28» июня 2022 г. Протокол № 2

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «04» июля 2022 г. № 12.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавра.....	4
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	12
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	23
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	25
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	25

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

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

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- организационно-управленческий
- технологический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сфере оптимизации существующих и разработки новых технологий, методов и методик получения и анализа продукции, в сфере контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, в сфере паспортизации и сертификации продукции), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере научнотехнических, опытно-конструкторских разработок и внедрения химической продукции различного назначения, в сфере метрологии сертификации и 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
	ПК-1 Способен выполнять работы по защите внутренней поверхности металлоконструкций от коррозии	Выбирает методы коррозионных испытаний и способы защиты согласно поставленным задачам

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

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

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения		
		Очная (семестр)		
		6	7	8
1	Ингибиторы коррозии металлов		+	+
2	Теория коррозии металлов	+	+	
3	Технологическая практика	+		

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Коррозия металлов с водородной деполяризацией» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 04.03.01 - Химия.

Дисциплина «Коррозия металлов с водородной деполяризацией» изучается в 8 семестре.

3.Объем и содержание дисциплины

3.1.Объем дисциплины: 3 з.е.

Очная: 3 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	108
Контактная работа	64
Лекции (Лекции)	32
Лабораторные (Лаб. раб.)	32
Самостоятельная работа (СР)	44
Зачет	-

3.2.Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Лаб · раб.	СР	
		О	О	О	
8 семестр					
1	Углекислотная и сероводородная коррозия	6	Пп 8	-	лабораторная работа; Практическое задание для практической подготовки
2	Микробиологическая коррозия	4	-	-	коллоквиум; Практическое задание для практической подготовки
3	Коррозия железа и его сплавов	6	8	-	лабораторная работа
4	Коррозионное растрескивание под напряжением	6	-	-	Тестирование; коллоквиум
5	Коррозия цинка	4	-	-	Научный доклад
6	Коррозия никеля	4	-	-	Научный доклад
7	Коррозия алюминия и магния.	2	16	-	коллоквиум; лабораторная работа

Тема 1. Углекислотная и сероводородная коррозия (ПК-1)

Лекция.

Агрессивные свойства сред, содержащих углекислый газ, встречающихся при добыче газа и нефти. Содержание углекислого газа в продуктах скважин. Коррозионные проблемы, возникающие при переработке нефти и при ее хранении. Форма существования углекислого газа в нефти и минерализованной пластовой воде. Влияние углекислого газа на катодный процесс коррозии стального оборудования: альтернативные механизмы процесса. Участие угольной кислоты в анодной реакции: уравнение Де Варда-Миллиамса. Формы и виды осадков, образующихся при угольной кислотной коррозии, влияние их структуры на скорость разрушения. Механизмы карбонатно-окисных пленок: гомогенный и гетерогенный. Влияние низкомолекулярных карбоновых кислот на угольную кислотную коррозию стали. Защита от угольной кислотной коррозии: водорастворимые и углеводородорастворимые ингибиторы угольной кислотной коррозии.

Сероводородная коррозия. Природные источники сероводорода. Формы существования сероводорода в пластовых водах. Содержание сероводорода в различных агрессивных средах нефтегазодобывающей и перерабатывающей промышленности. Стимулирование катодной реакции при сероводородной коррозии. Влияние сероводорода на анодную стадию. Роль сульфида железа как эффективных катодов. Питтингообразование. Сульфидная хрупкость. Ингибирование сероводородной коррозии. Двухфазные эмульсионные среды.

Лабораторные работы.

Лабораторная работа №1. Исследование процесса наводороживания металлов

Принадлежности для работы: двухкамерная ячейка Деванатхана, стальные мембраны, термостат, растворы HCl или H₂SO₄, этиленгликоль (этанол, изопропанол), потенциостат, титрованный раствор 0,01 н KMnO₄, титрованный раствор щавелевой кислоты, хлосеребряный электрод сравнения, платиновый электрод, электролитический ключ, стимуляторы наводороживания, ингибиторы коррозии стали.

Опыт 1. Исследование влияния состава растворителя на наводороживание стали Ст.3 в 1 н растворе соляной кислоты при потенциале коррозии.

Цель работы: определить ток твердофазной диффузии водорода через стальную мембрану из 1 н водного раствора соляной кислоты. Исследование процесса диффузии проводится в электрохимической двухкамерной ячейке типа Деванатхана при потенциале коррозии стали; продолжительность эксперимента – 2 часа. Провести холостой опыт (без заполнения рабочим раствором поляризационного отделения двухкамерной ячейки); определить ток твердофазной диффузии водорода через стальную мембрану из 1 н водном растворе HCl, определить ток твердофазной диффузии водорода через стальную мембрану из 1 н этиленгликолевого раствора HCl (условия эксперимента те же). Сделать вывод о влиянии состава растворителя на ток диффузии водорода в углеродистую сталь.

Опыт 2. Исследование влияния поляризации электрода на наводороживание стали в 1 н растворе HCl.

Цель работы: изучить влияние катодной поляризации стальной мембраны на ток диффузии водорода через нее в 1 н водном растворе соляной кислоты (условия эксперимента те же, что и в опыте 1); исследовать влияние анодной поляризации стальной мембраны на ток диффузии водорода через нее из того же раствора. Сделать вывод о влиянии внешней поляризации электрода на ток диффузии водорода в сталь.

Опыт 3. Влияние температуры на ток диффузии водорода через стальную мембрану в 1 н растворе HCl.

Цель работы: определить ток твердофазной диффузии водорода через стальную мембрану из 1 н водного раствора соляной кислоты при потенциале коррозии стали и температуре 20, 40 и 60 °С. Температура поддерживается постоянной путем циркуляции воды из термостата в рубашке рабочей ячейки. Сделать выводы о влиянии температуры на ток диффузии водорода в сталь. Рассчитать кажущую энергию активации процесса диффузии водорода в сталь с использованием аррениусовской зависимости.

Опыт 4. Исследование влияния добавок промоторов наводороживания стали в 1 н растворе HCl при потенциале коррозии.

Цель работы: исследовать поток твердофазной диффузии водорода в сталь при ее потенциале коррозии из 1 н водных растворов соляной кислоты, содержащих добавки роданида калия различной концентрации. Сделать выводы о влиянии промотера наводороживания.

Опыт 5. Исследование влияния ингибиторов коррозии на ток диффузии водорода через мембрану.

Цель работы: исследовать поток твердофазной диффузии водорода через стальную мембрану из 1 н водных растворов соляной кислоты, содержащих заданную концентрацию ингибитора коррозии. Изучить влияние другой концентрации ингибитора на поток твердофазной диффузии водорода через стальную мембрану из 1 н водного раствора соляной кислоты, либо исследовать другой ингибитор той же концентрации. Сделать вывод о влиянии ингибиторов коррозии на процесс наводороживания.

Опыт 6. Исследование влияния продолжительности испытаний на скорость диффузии водорода через стальную мембрану в 1 н растворе HCl.

Цель работы: определить ток твердофазной диффузии водорода через стальную мембрану из 1 н водных и этиленгликолевых растворов соляной кислоты при потенциале коррозии стали. Продолжительность эксперимента – 2, 4, 6 часов. Сделать выводы о влиянии продолжительности испытаний на плотность тока диффузии водорода через стальную мембрану.

Лабораторная работа №2. Определение порядка катодного выделения водорода по ионам водорода

Принадлежности для работы: потенциостат, электролитическая ячейка для снятия поляризационных кривых с устройством для пропускания в раствор газообразного водорода, 0,05 н раствор HCl + 0,95 н KCl; 0,2 н H₂SO₄, 0,01 н HCl, 1 н HCl, наждачная бумага, ацетон для обезжиривания (2 мл)[1], фильтровальная бумага, исследуемый электрод, армированный во фторопласт (кадмий, медь, свинец).

Вариант 1.

Цель работы: изучить зависимость скорости катодного выделения водорода от потенциала и от концентрации ионов водорода от потенциала и от концентрации ионов водорода в растворах 1М (HCl + KCl) на кадмии (или свинце, меди). Из поляризационных кривых определить коэффициент переноса катодного процесса и порядок реакции выделения водорода по ионам водорода. По окончании работы построить графики и сделать вывод.

Вариант 2.

Цель работы: исследовать кинетику катодного процесса выделения водорода в разбавленных растворах HCl. Определить параметры уравнения Тафеля, коэффициент переноса и проверить вывод теории замедленного разряда о независимости перенапряжения водорода от концентрации кислоты в разбавленных растворах кислот. В качестве отчета предоставляются таблицы и общий вывод по эксперименту.

Задания для самостоятельной работы.

Используя любые информационные ресурсы найти, законспектировать и проанализировать научную статью, посвященную

- а) углекислотной коррозии стали;
- б) сероводородной коррозии стали.
- в) изучению новых ингибиторов коррозии железа и стали в сероводородсодержащих растворах.
- г) ингибированию коррозии углеродистой стали в углекислотных растворах.

Тема 2. Микробиологическая коррозия (ПК-1)

Лекция.

Биологическая коррозия, биохимическое разрушение металлов, микробиологическая коррозия. Причины и виды микробиологической коррозии. Анаэробные и аэробные микроорганизмы, автотрофы и гетеротрофы. Основные анаэробные бактерии, влияющие на растворение Сульфатовосстанавливающие бактерии, их распространение и условия жизнедеятельности. Влияние сульфатовосстанавливающих бактерий на охрупчивание сталей. Теория микробиологической коррозии Вольцогена Кура. Нитратовосстанавливающие бактерии и бактерии, образующие метан: условия их жизнедеятельности и механизм участия в коррозионном процессе. Аэробные микроорганизмы: бактерии, окисляющие серу, серобактерии, бактерии, осаждающие железо и марганец. Основные меры борьбы с микробиологической коррозией: предотвращение попадания микроорганизмов в установки (фильтрация), подверженные биохимической коррозии; уничтожение уже имеющихся микроорганизмов (использование ядов органической и неорганической природы, антибиотиков, подавление обменной деятельности микроорганизмов, например, аэрацией для анаэробных бактерий), предупреждение контакта микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности с защищаемой поверхностью металла (применение полимерных защитных покрытий, покрытия хромистыми соединениями, фенольная пропитка изоляции), применение катодной защиты.

Лабораторные работы.

не предусмотрено

Задания для самостоятельной работы.

Используя любые информационные ресурсы найти, законспектировать и проанализировать научную статью, посвященную

- а) микробиологической коррозии стали;
- б) защита от микробиологической коррозии.
- а) влиянию некоторых азотсодержащих продуктов на наводороживание стали в присутствии СРБ.
- б) методам защиты стали в условиях коррозии в присутствии СРБ.

Тема 3. Коррозия железа и его сплавов (ПК-1)

Лекция.

Катодный и анодный процессы растворения железа в различных средах, лимитирующая стадия. Влияние доступа кислорода на скорость растворения железа и его сплавов. Поведение железа в растворах различных кислот (окисляющих и неокисляющих), влияние pH среды. Коррозия железа в растворах солей различной концентрации и природы. Влияние состава стали и легирования на коррозионную стойкость сталей, влияние термической обработки и структуры. Коррозия легированных и нелегированных чугунов в различных средах, явление графитизации. Основные виды нержавеющей сталей и Коррозионная стойкость нержавеющей сталей: мартенситный, ферритный, аустенитный. Сенсибилизированные стали. Питтинговая коррозия нержавеющей сталей в морской воде и меры борьбы с ней.

Лабораторные работы.

Лабораторная работа 1. Фосфатирование

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

Принадлежности для работы: термостат, стаканы, дигидрофосфаты марганца, железа, нитраты цинка и бария, перманганат калия концентрированный раствор(30%-40%), концентрированный раствор щавелевой кислоты (30%), минеральное масло (олифа), 0,1 н CuSO_4 .

Порядок выполнения работы: очистить металл от загрязнения; обезжирить исследуемый образец в горячем растворе (40 °С) перманганата калия в течение 10 минут. промыть дистиллированной водой; протравить образец в горячем растворе (40 °С) щавелевой кислоты в течение 5 минут. промыть дистиллированной водой; погрузить в ванну для фосфатирования и выдержать там до полного прекращения выделения пузырьков водорода (в ванне фосфатирования 1 – 1 час; в ванне 2 – 20 мин); извлечь образец из ванны и промыть дист. водой; высушить при температуре 105 °С в сушильном шкафу (в подвешенном состоянии); изучить поверхность защитного слоя; поверхность одной из фосфатированных пластинок смазать маслом (лучше олифой) и тщательно протереть. На пластинки с промасленной и непромасленной поверхностью нанести по капле 0,1 н CuSO_4 . По времени образования медного пятна на поверхности той и другой пластинки сделать вывод о защитных свойствах промасленной и непромасленной фосфатной пленки.

Сделать вывод о качестве защитного слоя полученного в разных условиях (состав растворов, режим фосфатирования).

Лабораторная работа 2. Оксидирование

Опыт 1. Химическое оксидирование стали

Цель работы: изучить процесс оксидирования стали химическим путем.

Принадлежности для работы: 800 г NaOH + 50 г/л NaNO_3 + 200 г/л NaNO_2 , стальные пластинки очищенные от загрязнения и жира (обезжиривание проводится путем протирания пластин ватой, смоченной ацетоном¹), 0,1 н CuSO_4 .

Порядок выполнения работы: Нагревают приготовленный раствор для оксидирования до кипения и опускают в него стальные пластинки на 20-40 минут пока изделие не приобретет красивый черный цвет с синеватым оттенком, после этого вынимают пластинки из раствора, тщательно промывают их и испытывают на коррозионную устойчивость. Для чего на поверхность оксидированной и неоксидированной пластинок помещают по капле 0,1 н CuSO_4 и отмечают время появления медного пятна. Сделать вывод о защитных свойствах оксидированных стальных пластин.

Задания для самостоятельной работы.

Используя любые информационные ресурсы найти, законспектировать и проанализировать научную статью, посвященную коррозии железа и его сплавов в различных средах, например:

- а) изучение новых ингибиторов коррозии железа и стали в сернокислых растворах.
- б) ингибирование коррозии стали в маслах синтетическими жирными кислотами.
- в) коррозионное поведение углеродистой стали Ст3 в водных уксуснокислых средах.
- г) влияние маслорастворимой присадки ТВК-1 на коррозию стали Ст3.
- д) исследование влияния тиомочевины на диффузию водорода через стальную мембрану в водно-этиленгликолевых растворах НС1.
- е) влияние катодной деполяризации на диффузию водорода в сталь в системе этиленгликоль-вода-хлороводород.
- ж) влияние катодной деполяризации на наводороживание стали в водно-этиленгликолевых растворах хлороводорода.
- з) исследование водородопроницаемости стали в кислых этиленгликолевых растворах.
- и) исследование кинетики разряда ионов водорода на железе армко в водно-этиленгликолевых растворах хлороводорода.
- к) исследование наводороживания стали и кинетики разряда ионов водорода на железе в кислых водно-этиленгликолевых растворах.
- л) влияние ряда стимуляторов на наводороживание стали водно-этиленгликолевых растворах НС1.

Тема 4. Коррозионное растрескивание под напряжением (ПК-1)

Лекция.

Коррозионное растрескивание под напряжением железа и сталей (КРН): причины коррозионного растрескивания, специфические среды, вызывающие коррозионное растрескивание под напряжением. Основные меры борьбы с КРН: специальная термическая обработка, глубокая холодная обработка, горячая прокатка, поверхностный наклеп и дробеструйная обработка, катодная защита, использование специальных сплавов, использование ингибиторов. Механизм и основные теории коррозионного растрескивания под напряжением: электрохимическая и адсорбционная.

Водородное растрескивание: сходство и различия с КРН. Причины водородного растрескивания и методы его предотвращения.

Лабораторные работы.

не предусмотрено

Задания для самостоятельной работы.

Используя любые информационные ресурсы найти, законспектировать и проанализировать научную статью, посвященную изучению коррозионного растрескивания под напряжением.

Тема 5. Коррозия цинка (ПК-1)

Лекция.

Поляризационные кривые и кривые заряджения. Коррозионные потенциалы. Виды коррозии. Перенапряжение водорода: лимитирующая стадия. Коррозия цинка и его сплавов в различных средах. Коррозия цинковых покрытий. Биологическое и токсическое действие цинка.

Лабораторные работы.

не предусмотрено

Задания для самостоятельной работы.

Используя любые информационные ресурсы найти, законспектировать и проанализировать научную статью, посвященную исследованию коррозии цинка или его сплавов.

Тема 6. Коррозия никеля (ПК-1)

Лекция.

Коррозия никеля. Никель и его сплавы. Механизм коррозии. Коррозионные потенциалы. Пассивность. Виды коррозии. Коррозия в различных средах. Перенапряжение водорода: лимитирующая стадия.

Лабораторные работы.

не предусмотрено

Задания для самостоятельной работы.

Используя любые информационные ресурсы найти, законспектировать и проанализировать научную статью, посвященную исследованию коррозии никеля и никелевых сплавов.

Тема 7. Коррозия алюминия и магния. (ПК-1)

Лекция.

Коррозия алюминия и магния. Алюминий. Влияние состояния поверхности на коррозию. Виды коррозии. Коррозия в различных средах. Методы защиты от коррозии. Магний. Влияние состояния поверхности на коррозию. Влияние состава и термической обработки на коррозию. Коррозия в различных средах. Методы защиты от коррозии. Получение магния и его сплавов.

Лабораторные работы.

Лабораторная работа №1. Влияние природы галоидного иона на коррозию магния

Цель работы: Изучение влияния анионного состава коррозионной среды на скорость коррозии магния и изменения скорости коррозии во времени.

Принадлежности для работы: три колокола с бюретками (коррозиметры), 0,5 н растворы NaCl, NaBr, NaI, барометр, ацетон для обезжиривания (2 мл)¹, пинцет, штангенциркуль, фильтровальная бумага, наждачная бумага, образцы магния.

Порядок выполнения работы: перед опытом поверхность образцов магния подвергается механической зачистке наждачной бумагой до зеркального блеска и обезжириванию ацетоном. Измеряется площадь поверхности. Скорость коррозии определяется по объему выделившегося водорода с помощью коррозиметра. Он состоит из бюретки, снабженной в нижней части расширением, внутри которого на крючке подвешивается образец. Бюретка помещается в химический стакан с раствором кислоты и с помощью резиновой груши заполняется этим раствором.

После того, как вся установка собрана, отмечают время по секундомеру и соответствующее этому начальному моменту положения мениска жидкости в верхней части бюретки. В последующем отсчеты объемов производятся через определенные промежутки времени в течение 1-2 часов. Полученные данные наносят на график «Объем выделенного водорода – время». Если процесс протекает с постоянной скоростью, объем выделенного водорода будет пропорционален времени. Наклон этой прямой дает непосредственное значение скорости коррозии цинка в кислоте K_v ($K_v = \tan \alpha$). K_v выражается в $\text{см}^3\text{H}_2/\text{см}^2\text{час}$. Величину K_v следует пересчитать на массовый показатель коррозии K , по формуле: где P – атмосферное давление в Па, K_v – объемный показатель коррозии, выраженный в $\text{м}^3\text{H}_2/\text{см}^2\text{ час}$, $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{K})$, T – температура по шкале Кельвина, A – молярная масса химического эквивалента цинка ($= A_{\text{Zn}}/2$).

Оформление: описать методику выполнения работы с использованием коррозиметра, сделать его зарисовку, привести расчеты скорости коррозии в объемных единицах. Перечислить основные принадлежности. Дать графическое изображение полученных данных. Сделать выводы.

Лабораторная работа №2. Влияние ионов фтора на коррозию магния

Цель работы: Изучение влияния ионов фтора на коррозионное поведение магния в кислых и нейтральных средах.

Принадлежности для работы: четыре коррозиметра, 0,1 н HCl, 1,0 н NaCl, 0,1 н HCl + 0,1 н NaF, 1,0 н NaCl + 0,5 н NaF, барометр, ацетон для обезжиривания (2 мл)¹, пинцет, штангенциркуль, фильтровальная бумага, наждачная бумага, образцы магния.

Порядок выполнения работы: (см. лаб. Влияние природы галоидного иона на коррозию магния).

Оформление: описать методику выполнения работы с использованием коррозиметра, сделать его зарисовку, привести расчеты скорости коррозии в объемных единицах. Перечислить основные принадлежности. Дать графическое изображение полученных данных. Сделать выводы о влиянии ионов фтора на скорость коррозии магния в кислых и нейтральных средах.

Лабораторная работа №3. Влияние pH на коррозию магния.

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

Принадлежности для работы: 0,1 н HCl (pH = 1), 1 н NaCl (pH = 7), 0,1 н $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ + 1,0 н NaCl (pH = 9), 0,1 н NaOH + 1,0 н NaCl (pH = 14), ацетон для обезжиривания (2 мл)⁴, 4 коррозиметра, наждачная бумага, штангенциркуль, фильтровальная бумага.

Порядок выполнения работы: количество выделенного водорода фиксируется через 10, 20, 60, 90, 120, 180 мин от начала опыта. Для проведения коррозионных испытаний образцы зачищаются наждачной бумагой, измеряется их площадь и перед испытанием производится обезжиривание ацетоном. Объем выделенного водорода нужно привести к нормальным условиям. Результаты опытов представить графически в координатах K , $\text{см}^3/\text{м}^2\text{ час}$ - t , час для каждой среды и K , $\text{см}^3/\text{м}^2\text{ час}$ – pH для времени 180 мин. Сделать вывод о влиянии продолжительности испытаний на скорость коррозии и влияние pH среды.

Лабораторная работа №4. Химическое оксидирование алюминия.

Цель работы: изучить процесс химического оксидирования алюминия.

Принадлежности для работы: пластинки из алюминия или его сплава; раствор для химического обезжиривания: 50 г/л Na_3PO_4 , 10 г/л NaOH, 30 г/л жидкого стекла (Na_2SiO_3), раствор для оксидирования: 50 г/л Na_2CO_3 , 15 г/л $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 2 г NaOH. Раствор для испытания оксидной пленки: HCl ($\rho = 1,19 \text{ г/мл}$ [1]) 25 мл, 3 г $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 75 г H_2O .

Порядок выполнения работы: Пластинки для обезжиривания погружают на 3-5 мин в раствор для обезжиривания, нагретый до 50-60 °С после чего промывают сначала в горячей, а затем в холодной воде. Промытые пластинки погружают на 3-5 мин в раствор для оксидирования, нагретый до 85-100 °С, затем тщательно промывают и высушивают. На поверхности пластинки происходит образование защитной пленки.

Для испытания качества оксидной пленки на поверхность наносят 1-2 капли раствора состава: HCl ($\rho = 1,19 \text{ г/мл}$) 25 мл, 3 г $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 75 г H_2O . Качество пленки устанавливается по времени, протекшему до позеленения нанесенной капли, для сравнения каплю индикаторного раствора нанести на поверхность неоксидированной пластинки. Сделать выводы о качестве оксидной пленки.

Задания для самостоятельной работы.

Используя любые информационные ресурсы найти, законспектировать и проанализировать научную статью, посвященную исследованию коррозии магния и алюминия или сплавов на их основе.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

8 семестр

- текущий контроль – 80 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 10 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ темы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Макс. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Углекислотная и сероводородная коррозия	лабораторная работа	10	Запланировано выполнение 2 лабораторных работ в виде индивидуального экспериментального задания. За каждую лабораторную работу максимально начисляется 5 баллов: 1 балла - выполнение; 2 балла – расчеты и оформление; 2 балла – защита теоретического материала к лабораторной работе.
		Практическое задание для практической подготовки	5	5 баллов - студент самостоятельно может выбрать методики оценки эффективности предложенных ему ингибиторов, провести анализ полученных результатов и сформулировать выводы, 2 - 4 балла - студент может проводить анализ предложенных ингибиторов по методикам, предложенным преподавателем. 0 - 1 балл - не может самостоятельно выполнить необходимый эксперимент

2.	Микробиологическая коррозия	коллоквиум(контрольный срез)	10	<p>Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов:</p> <p>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 выбрать методики оценки эффективности предложенных ему ингибиторов, провести анализ полученных результатов и сформулировать выводы, 2 - 4 балла - студент может проводить анализ предложенных ингибиторов по методикам, предложенным преподавателем. 0 - 1 балл - не может самостоятельно выполнить необходимый эксперимент
3.	Коррозия железа и его сплавов	лабораторная работа	10	Запланировано выполнение 2 лабораторных работ в виде индивидуального экспериментального задания. За каждую лабораторную работу максимально начисляется 5 баллов: 1 балла - выполнение; 2 балла – расчеты и оформление; 2 балла – защита теоретического материала к лабораторной работе.
4.	Коррозионное растрескивание	Тестирование	10	Тест состоит из 10 вопросов. (1 балл за каждый правильный ответ).

	под напряжением	коллоквиум(контрольный срез)	10	<p>Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов:</p> <p>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.	Коррозия цинка	Научный доклад	5	<p>Устное выступление студента по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного освещения программного материала с привлечением наиболее современных исследований в области коррозионной науки. В докладе должна быть отражена личностная значимость проделанной поисковой работы и намечены перспективы продолжения исследования. Возможны презентации, раздаточный материал, слайды и т.д.</p> <p>5 баллов – студент грамотно выстраивает логику своего доклада, раскрывает тему исследования, опираясь на результаты теоретических и эмпирических исследований последних 3-5 лет, продемонстрированы хорошие ораторские способности, выступление сопровождается презентацией полученных результатов. Грамотные ответы на дополнительные вопросы</p> <p>4 балла - студент грамотно выстраивает логику своего доклада, раскрывает тему исследования, опираясь на результаты теоретических или эмпирических исследований современной коррозионной науки, продемонстрированы хорошие ораторские способности, выступление сопровождается презентацией, даны грамотные ответы на отдельные дополнительные вопросы</p> <p>3 баллов - логика выступления в отдельных местах нарушается, тема исследования раскрывается не полностью, продемонстрированы средние ораторские способности, выступление сопровождается презентацией полученных результатов, ответы на вопросы требуют уточнения.</p> <p>2 балла – ответ представляет собой простое зачитывание текста, отдельные ответы на дополнительные вопросы требуют уточнения</p> <p>1 балл - представленные результаты в массе своей не новы, ответ представляет собой простое зачитывание текста, студент не может дать ответы на дополнительные вопросы</p>
6.	Коррозия никеля	Научный доклад	5	<p>Устное выступление студента по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного освещения программного материала с привлечением наиболее современных исследований в области коррозионной науки. В докладе должна быть отражена личностная значимость проделанной поисковой работы и намечены перспективы продолжения исследования. Возможны презентации, раздаточный материал, слайды и т.д.</p> <p>5 баллов – студент грамотно выстраивает логику своего доклада, раскрывает тему исследования, опираясь на результаты теоретических и эмпирических исследований последних 3-5 лет, продемонстрированы хорошие ораторские способности, выступление сопровождается презентацией полученных результатов. Грамотные ответы на дополнительные вопросы</p> <p>4 балла - студент грамотно выстраивает логику своего доклада, раскрывает тему исследования, опираясь на результаты теоретических или эмпирических исследований современной коррозионной науки, продемонстрированы хорошие ораторские способности, выступление сопровождается презентацией, даны грамотные ответы на отдельные дополнительные вопросы</p> <p>3 баллов - логика выступления в отдельных местах нарушается, тема исследования раскрывается не полностью, продемонстрированы средние ораторские способности, выступление сопровождается презентацией полученных результатов, ответы на вопросы требуют уточнения.</p> <p>2 балла – ответ представляет собой простое зачитывание текста, отдельные ответы на дополнительные вопросы требуют уточнения</p> <p>1 балл - представленные результаты в массе своей не новы, ответ представляет собой простое зачитывание текста, студент не может дать ответы на дополнительные вопросы</p>

7.	Коррозия алюминия и магния.	коллоквиум	10	<p>Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов:</p> <p>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>
		лабораторная работа	20	Запланировано выполнение 4 лабораторных работ в виде индивидуального экспериментального задания. За каждую лабораторную работу максимально начисляется 5 баллов: 1 балла - выполнение; 2 балла – расчеты и оформление; 2 балла – защита теоретического материала к лабораторной работе
8.	Премиальные баллы		10	начисляются за участие в конференции, написании статьи.
9.	Итого за семестр		100	

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

100-балльная система	Традиционная система
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

КОЛЛОКВИУМ

Тема 2. Микробиологическая коррозия

1. Агрессивные свойства сред в нефтяной и газодобывающей промышленности.

2. Углекислотная коррозия: механизм катодного процесса. Подходы де Варда-Миллиамса, Фокина, Лунева и др.
3. Углекислотная коррозия: механизмы анодного процесса. Ингибирование.
4. Форма нахождения сероводорода в растворе. Продукты сероводородной коррозии сталей: усиление анодной реакции в присутствии сероводорода.
5. Сероводородная коррозия: ускорение катодной реакции в присутствии сероводорода.
6. Роль сульфидов железа в сероводородной коррозии железа и сталей.
7. Сульфидная хрупкость стали и ее ингибирование.
8. Ингибирование сероводородной коррозии.
9. Микробиологическая коррозия: аэробные и анаэробные бактерии.
10. Коррозия под действием сульфат восстанавливающих бактерий.
11. Коррозия при участии нитратвосстанавливающих и образующих метан бактерий.
12. Аэробные микроорганизмы вызывающие микробиологическую коррозию.
13. Меры борьбы с микробиологической коррозией.
14. Влияние бактериальных метаболитов на коррозию стали в присутствии СРБ. Наводороживание стали в присутствии СРБ.
15. Влияние физико-химических условий среды на активность СРБ.

Тема 4. Коррозионное растрескивание под напряжением

Коллоквиум №2

1. Коррозия железа и нелегированных сталей в кислых, щелочных и нейтральных средах.
2. Коррозия железа и нелегированных сталей в растворах солей.
3. Влияние термической обработки нелегированных сталей на их коррозионную стойкость.
4. Коррозия легированных и нелегированных чугунов в различных средах. Коррозионное растрескивание под напряжением железа и сталей: влияние состава раствора, стали и ее термообработки.
5. Меры, позволяющие избегать коррозионного растрескивания под напряжением.
6. Характерные признаки коррозионного растрескивания под напряжением. Специфические среды, вызывающие его.
7. Электрохимическая теория коррозионного растрескивания под напряжением.
8. Адсорбционная теория коррозионного растрескивания под напряжением.
9. Водородное растрескивание.
10. Основные классы нержавеющей сталей.
11. Влияние состава стали на коррозионную стойкость.
12. Питтинговая коррозия нержавеющей сталей.

Тема 7. Коррозия алюминия и магния.

Коллоквиум №3

1. Коррозия никеля и его сплавов. Механизм коррозии.
2. Потенциалы никеля. Пассивирование никеля и никелевых сплавов.
3. Влияние легирующих компонентов на коррозионную стойкость никелевых сплавов.
4. Коррозионная стойкость никеля в кислых средах.
5. Коррозионная стойкость никеля и его сплавов в щелочных растворах.
6. Коррозия цинка с выделением и без выделения водорода. Кинетика коррозии.
7. Коррозионные потенциалы цинка, облагораживание и изменение знака потенциала и виды коррозии.
8. Коррозия цинковых покрытий. Биологические и токсические действия цинка.
9. Коррозия цинка и различных сплавов в различных средах.
10. Влияние состояния поверхности алюминия на его коррозию. Плакировка алюминиевых сплавов.
11. Коррозия алюминия в воде и паре. Влияние pH на коррозию алюминия.

12. Коррозия алюминия в различных средах. Контакт с другими металлами.
13. Коррозия алюминиевых сплавов. Расслаивание. Коррозионное растрескивание под напряжением.
14. Применение магния и его сплавов. Особенности коррозии магния. Методы защиты алюминия от коррозии.

лабораторная работа

Тема 1. Углекислотная и сероводородная коррозия

1. Контрольные вопросы для отчета по лабораторным работам

«Исследование процесса наводороживания металлов»

1. Запишите уравнения Фольмера, Тафеля и Гейровского.
2. Чем вызывается водородное охрупчивание металла?
3. Что такое наводороживание металла?
4. Какие вещества являются стимуляторами наводороживания стали?
5. Каков механизм действия стимуляторов наводороживания?
6. Как экспериментально определяется количество водорода, диффундирующего в стальную мембрану?

«Определение порядка катодного выделения водорода по ионам водорода»

1. Когда возможно протекание коррозии металла с водородной деполяризацией?
2. Сколько стадий и какие включает процесс водородной деполяризации?
3. Чем обусловлено наличие водородного перенапряжения?
4. Какие известны теории водородного перенапряжения?
5. Запишите уравнение водородного перенапряжения, соответствующее теории замедленного разряда, развитой в работах А.Н. Фрумкина.
6. Какие частные случаи вытекают из уравнения водородного перенапряжения?

Тема 3. Коррозия железа и его сплавов

Контрольные вопросы для отчета по лабораторным работам

«Фосфатирование»

1. Какие покрытия используются для защиты металлов от коррозии?
2. Как подготавливают поверхность металла перед нанесением покрытия?
3. Как обезжиривают поверхность?
4. Почему при кислотном травлении поверхности металла в травильный раствор добавляют специальные присадки?
5. Зачем при сернокислотном травлении сталей вводят добавки галоидных ионов?
6. Напишите уравнения химических реакций, протекающих при фосфатировании стали.

«Оксидирование. (Химическое оксидирование стали)»

1. Как проводится термическое оксидирование стали?
2. В чем сущность химического оксидирования стали?
3. Как увеличить коррозионную стойкость оксидированных изделий?

Тема 7. Коррозия алюминия и магния.

Контрольные вопросы для отчета по лабораторным работам

«Влияние природы галоидного иона на коррозию магния»

1. Что называется коррозией металлов?
2. Когда протекает химическая коррозия?

3. Условия возникновения электрохимической коррозии?
4. Каков механизм электрохимической коррозии?
5. Как рассчитывается скорость коррозии?
6. Укажите внешние факторы коррозии?
7. Каков может быть характер зависимости скорости электрохимической коррозии от природы растворенной соли и ее концентрации?

«Влияние ионов фтора на коррозию магния»

1. Перечислите способы защиты металлов от коррозии.
2. Изобразите полную анодную поляризационную кривую.
3. В чем сущность пленочной теории пассивности?
4. Изложите суть адсорбционной теории пассивности.
5. Запишите уравнение Франка и объясните его.
6. В чем заключается различие стимулирующей и ингибирующей адсорбции?
7. В чем сущность солевой пассивности?

«Влияние pH на коррозию магния»

1. Изобразите вид зависимости скорости коррозии от pH для алюминия.
2. Изобразите и объясните характер зависимости скорости коррозии от pH для цинка.
3. Запишите стадии электрохимической коррозии.
4. Запишите уравнение процесса кислородной деполяризации и уравнение Нернста кислородного электрода.
5. Запишите уравнение Нернста для водородного электрода.
6. Запишите условие, при котором окислитель выступает в качестве деполяризатора катодной реакции при коррозии.

«Химическое оксидирование алюминия»

1. Какие виды коррозионных разрушений, характерны для алюминия и его сплавов?
2. Как проводится анодирование алюминия? В чем его сущность?
3. Какой раствор используется для химического оксидирования алюминия?
4. Как можно увеличить коррозионную стойкость оксидированных изделий?

Научный доклад

Тема 5. Коррозия цинка

Тематика докладов:

1. Изучение новых цинкнаполненных масляных антикоррозионных покрытий железа и стали от атмосферной коррозии.
2. Влияние катодной поляризации на наводороживание цинка в водных и неводных электролитах.
3. Коррозия цинковых покрытий в атмосферных условиях.
4. Практика применения цинковых протекторов.

Тема 6. Коррозия никеля

Тематика докладов:

1. Коррозионное поведение никелевых сплавов в растворах низкомолекулярных органических кислот.
2. Применение никеля в качестве легирующей добавки к коррозионностойким сплавам.
3. Практика использования никеля в концентрированных щелочных растворах.
4. Коррозионная стойкость никеля в кислых средах.

Практическое задание для практической подготовки

Тема 1. Углекислотная и сероводородная коррозия

Произвести оценку ингибиторов сероводородной и углекислотной коррозии (по заданию преподавателя) гравиметрическими и электрохимическими методами.

Тема 2. Микробиологическая коррозия

Произвести оценку бактерицидного действия ингибиторов сероводородной и углекислотной коррозии гравиметрическими и электрохимическими методами.

Тестирование

Тема 4. Коррозионное растрескивание под напряжением

1. Коррозионное растрескивание под напряжением при соблюдении следующих условий:

- a) периодическое воздействие внутренних остаточных напряжений и высоких температур;
- b) совместное действие растягивающих напряжений и специфической среды;
- c) воздействие горячих нитратных растворов и блуждающих токов;
- d) воздействие низких температур и растягивающих напряжений, близких к пределу упругости.

2. Коррозионному растрескиванию под напряжением в горячих нитратных растворах в большей степени подвержены:

- a) чистое железо;
- b) высокоуглеродистая сталь;
- c) малоуглеродистая сталь;
- d) склонность к КРН не зависит от состава стали.

3. Для предотвращения коррозионного растрескивания под напряжением не применяются следующие меры:

- a) металлические и неметаллические покрытия;
- b) термическая обработка;
- c) поверхностный наклёп или дробеструйная обработка;
- d) использование ингибиторов.

4. Какой из перечисленных методов защиты от коррозии не применяются для предотвращения коррозионного растрескивания под напряжением:

- a) катодная защита;
- b) использование специальных сплавов;
- c) поверхностный наклёп или дробеструйная обработка;
- d) понижение концентрации окислителя-деполяризатора в коррозионной среде.

5. Коррозионное растрескивание под напряжением чаще всего является:

- a) подповерхностным;
- b) транскристаллитным;
- c) межкристаллитным;
- d) избирательным.

6. Коррозионному растрескиванию под напряжением преимущественно подвергаются:

- a) крупнозернистые металлы и сплавы;
- b) чистые металлы;
- c) мелкозернистые металлы и сплавы;
- d) склонность к КРН не зависит от структуры металла и металлургических факторов.

7. Электрохимическая теория коррозионного растрескивания под напряжением основывается на предположении:

- a) об ослаблении когезионных связей между поверхностными атомами металла вследствие адсорбции компонентов среды, что способствует образованию трещин;
- b) о том, что между металлом и анодными включениями, выпадающими по границам зёрен и вдоль плоскостей скольжения, возникают гальванические элементы;
- c) о селективном растворении компонентов сплава.
- d) о наличии критического адсорбционного потенциала компонентов среды.

8. Адсорбционная теория коррозионного растрескивания под напряжением основывается на предположении:

- a) об ослаблении когезионных связей между поверхностными атомами металла вследствие адсорбции компонентов среды, что способствует образованию трещин;
- b) о том, что между металлом и анодными включениями, выпадающими по границам зёрен и вдоль плоскостей скольжения, возникают гальванические элементы;
- c) о селективном растворении компонентов сплава.
- d) о механической природе образования трещин и дальнейшем электрохимическом растворении в процессе роста трещины.

9. Электрохимическая теория коррозионного растрескивания под напряжением не может объяснить:

- a) влияние растягивающих напряжений на возникновение КРН;
- b) влияние структуры сплава;
- c) специфичность воздействия коррозионных сред.
- d) преимущественное межкристаллитное растрескивание при КРН.

10. Адсорбционная теория коррозионного растрескивания под напряжением в отличие от электрохимической теории Дикса позволила объяснить:

- a) влияние растягивающих напряжений на возникновение КРН;
- b) механизм действия ингибиторов для предотвращения КРН;
- c) преимущественное межкристаллитное растрескивание при КРН;
- d) влияние структуры сплава.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

Типовые вопросы зачета (ПК-1)

1. Агрессивные свойства сред в нефтяной и газодобывающей промышленности.
2. Углекислотная коррозия: механизм катодного процесса. Подходы де Варда-Миллиамса, Фокина, Лунева и др.
3. Углекислотная коррозия: механизмы анодного процесса. Ингибирование.
4. Форма нахождения сероводорода в растворе. Продукты сероводородной коррозии сталей: усиление анодной реакции в присутствии сероводорода.
5. Сероводородная коррозия: ускорение катодной реакции в присутствии сероводорода.
6. Роль сульфидов железа в сероводородной коррозии железа и сталей.
7. Сульфидная хрупкость стали и ее ингибирование.
8. Ингибирование сероводородной коррозии.
9. Микробиологическая коррозия: аэробные и анаэробные бактерии.
10. Коррозия под действием сульфат восстанавливающих бактерий.
11. Коррозия при участии нитратвосстанавливающих и образующих метан бактерий.
12. Аэробные микроорганизмы вызывающие микробиологическую коррозию.
13. Меры борьбы с микробиологической коррозией.
14. Влияние бактериальных метаболитов на коррозию стали в присутствии СРБ. Наводороживание стали в присутствии СРБ.
15. Влияние физико-химических условий среды на активность СРБ.
16. Коррозия железа и нелегированных сталей в кислых, щелочных и нейтральных средах.

17. Коррозия железа и нелегированных сталей в растворах солей.
18. Влияние термической обработки нелегированных сталей на их коррозионную стойкость.
19. Коррозия легированных и нелегированных чугунов в различных средах.
20. Коррозионное растрескивание под напряжением железа и сталей: влияние состава раствора, стали и ее термообработки.
21. Меры, позволяющие избегать коррозионного растрескивания под напряжением.
22. Характерные признаки коррозионного растрескивания под напряжением. Специфические среды, вызывающие его.
23. Электрохимическая теория коррозионного растрескивания под напряжением.
24. Адсорбционная теория коррозионного растрескивания под напряжением.
25. Водородное растрескивание.
26. Основные классы нержавеющих сталей.
27. Влияние состава стали на коррозионную стойкость.
28. Питтинговая коррозия нержавеющих сталей.
29. Коррозия никеля и его сплавов. Механизм коррозии.
30. Потенциалы никеля. Пассивирование никеля и никелевых сплавов.
31. Влияние легирующих компонентов на коррозионную стойкость никелевых сплавов.
32. Коррозионная стойкость никеля в кислых средах.
33. Коррозионная стойкость никеля и его сплавов в щелочных растворах.
34. Коррозия цинка с выделением и без выделения водорода. Кинетика коррозии.
35. Коррозионные потенциалы цинка, облагораживание и изменение знака потенциала и виды коррозии.
36. Коррозия цинковых покрытий. Биологические и токсические действия цинка.
37. Коррозия цинка и различных сплавов в различных средах
38. Влияние состояния поверхности алюминия на его коррозию. Плакировка алюминиевых сплавов.
39. Коррозия алюминия в воде и паре. Влияние pH на коррозию алюминия.
40. Коррозия алюминия в различных средах. Контакт с другими металлами.
41. Коррозия алюминиевых сплавов. Расслаивание. Коррозионное растрескивание под напряжением.
42. Применение магния и его сплавов. Особенности коррозии магния. Методы защиты алюминия от коррозии.

Типовые задания для зачета (ПК-1)

1. Коррозия железа и нелегированных сталей в кислых, щелочных и нейтральных средах.
2. Коррозия железа и нелегированных сталей в растворах солей.
3. Влияние термической обработки нелегированных сталей на их коррозионную стойкость.
4. Коррозия легированных и нелегированных чугунов в различных средах.

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

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

«зачтено» (50 - 100 баллов)	ПК-1	Демонстрирует высокий уровень знаний в области коррозии металлов с водородной деполяризацией. Интерпретирует экспериментальные результаты на основе современных теорий в области электрохимии и коррозии металлов. Предлагает методы коррозионных испытаний и способы защиты металлоконструкций от коррозионных разрушений согласно поставленным задачам. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано.
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ПК-1	Демонстрирует недостаточный уровень знаний теоретических положений и закономерностей электрохимии и коррозии металлов. Не способен интерпретировать экспериментальные факты на основе современных теорий в области электрохимии и коррозии металлов. Не может предложить способы защиты металлоконструкций от коррозии. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.

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 содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

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

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

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

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных 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 на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы 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 и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, 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, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- 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 занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего 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 практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;

- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

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 для вузов. - Тамбов: Изд-во ТГУ, 2002. - 310 с.
2. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Кинетика и механизм электродных реакций в процессах коррозии металлов : учеб. пособие для хим. фак. ун-тов. - Изд. 2-е, перераб. и доп.. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2010. - 127 с.
3. Ангал Р. Коррозия и защита от коррозии : [учеб. пособие]. - Долгопрудный: Издат. Дом "Интеллект", 2013. - 344 с.

6.2 Дополнительная литература:

1. Семенова И. В., Флорианович Г. М., Хорошилов А. В. Коррозия и защита от коррозии : учебное пособие. - 3-е изд., перераб. и доп.. - Москва: Физматлит, 2010. - 416 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68857>
2. Пустов, Ю. А., Кошкин, Б. В., Кутырев, А. Е. Коррозия и защита металлов в водных средах : практикум. - 2021-03-01; Коррозия и защита металлов в водных средах. - Москва: Издательский Дом МИСиС, 2005. - 102 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/56075.html>
3. Виноградова С. С., Кайдриков Р. А., Журавлев Б. Л. Расчет показателей коррозии металлов и параметров коррозионных систем : учебное пособие. - Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2013. - 176 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258747>

6.3 Методические разработки:

1. Алехина О.В., Вербекина Н.В. Изучение кинетики электродных процессов на потенциостате-гальваностате IPC-Pro : метод. указания к лабор. практикуму по химич. сопротивлению материалов и защите от коррозии. - Тамбов: Изд-во ТГУ, 2010. - 25 с.

6.4 Иные источники:

1. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система - <http://www.biblioclub.ru>
2. ЭБС «Znaniy.com» - <http://www.znaniy.com/index.php?item=main>
3. Химическая энциклопедия на сайте «Химик.ру» - <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/>
4. Электронная библиотека учебников для вузов - <http://4du.ru/>
5. учебные материалы на сайте химического факультета МГУ - <http://www.chem.msu.su/rus/chemistry>

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

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

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

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

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

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Операционная система Microsoft Windows 10

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Abby FineReader 10.0

7-Zip 9.20

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Юрайт: электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru>
2. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>
3. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
4. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». – URL: <https://cyberleninka.ru>
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
6. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» . – URL: <http://www.biblioclub.ru>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

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