Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 02.10.2023 15:42:25
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета химической технологии и биотехнологии
_____ Ю.В. Данильчук
«__» 07 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Защита оборудования от коррозии

Направление подготовки/специальность
20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль/специализация
Безотходные производственные технологии

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2022 г.

Разработчик(и):

доцент каф. «Техника низких температур им. П.Л. Капицы»,
к.т.н., доцент /Д.Л. Лебедев/

Согласовано:
Зав. каф. «Процессы и аппараты химической технологии»,
д.т.н., проф. /В.Г. Систер /

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
5. Материально-техническое обеспечение 8
6. Методические рекомендации 9
7. Фонд оценочных средств 11

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Защита оборудования от коррозии» следует отнести следующие:

– глубокая профессиональная подготовка специалиста, обеспечивающая успешное освоение области знаний по антикоррозионной защите машин и оборудования;

− формирование навыков в области определения коррозионной стойкости металлов и сплавов в агрессивных средах.

К основным задачам освоения дисциплины «Защита оборудования от коррозии» следует отнести:

– освоение современных областей знаний по теории коррозионных процессов и методов защиты от коррозии;

– изучение принципов конструирования и антикоррозионной защиты машин и аппаратов химических и нефтехимических производств.

Обучение по дисциплине «Защита оборудования от коррозии» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.	ИОПК-1.1. Умеет применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач. ИОПК-1.2. Умеет применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.
ПК-1. Обеспечение соблюдения требований нормативных правовых актов в области экологической и санитарно-эпидемиологической безопасности при обращении с отходами.	Производит сравнительный анализ технологий обращения с отходами, реализуемых на закрепленной территории (в организации), с технологиями, представленными в информационно-технических справочниках по наилучшим доступным технологиям, и выбирать подходы к реализации наилучших доступных технологий на закрепленной территории (в организации); Осуществляет разработку комплекса мероприятий по предотвращению и снижению вредного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду, а также вовлечению таких отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья;

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Защита оборудования от коррозии» относится к числу учебных дисциплин обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и входит в образовательную программу подготовки бакалавров по всем направлениям подготовки для всех форм обучения.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Защита оборудования от коррозии» составляет 2 зачетных(е) единиц(ы) (72 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			7	
1	**Аудиторные занятия**	**36**	36	
	В том числе:			
1.1	Лекции	18	18	
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18	
1.3	Лабораторные занятия			
2	**Самостоятельная работа**	**36**	36	
	В том числе:			
2.1	Реферат			
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**зачет**	зачет	
	Итого	**72**	72	

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Введение. Классификация коррозии металлов. Основные термины и определения.	6	2				4
2	Основы теории электрохимической коррозии. Механизм, термодинамика и кинетика электрохимической коррозии металлов.	10	2	4			4
3	Коррозия при восстановлении ионов водорода. Коррозия при	10	2	4			4

	восстановлении кислорода.						
4	Коррозия при восстановлении нескольких окислителей. Пассивность металлов.	9	2	3			4
5	Нарушение пассивного состояния металлов.	9	2	3			4
6	Влияние внутренних факторов на коррозионную стойкость металлов.	8	2	2			4
7	Влияние механических факторов на коррозионную стойкость металлов.	6	2				4
8	Влияние внешних факторов на коррозионную стойкость металлов.	8	2	2			4
9	Газовая коррозия металлов. Коррозия металлов в жидких неэлектропроводных средах.	6	2				4
	Итого	**72**	**18**	**18**			**36**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Классификация коррозии металлов. Основные термины и определения

Определение понятий «коррозия металлов» и «химическая стойкость неметаллических материалов». Значение борьбы с коррозией. Прямые и косвенные потери от коррозии. Классификации коррозионных процессов: по механизму протекания коррозионного процесса, по типу агрессивных сред, по условиям протекания коррозионного процесса, по характеру разрушения металлов. Количественная оценка коррозионного разрушения металлов.

Тема 2. Основы теории электрохимической коррозии. Механизм, термодинамика и кинетика электрохимической коррозии металлов

Процессы на границе металл-раствор. Двойной электрический слой. Электродный потенциал. Равновесные электродные системы. Уравнение Нернста. Коррозия как неравновесный процесс. Механизм электрохимической коррозии. Анодный и катодный процессы. Термодинамика электрохимической коррозии. Общая кинетика электрохимической коррозии. Влияние электродного потенциала на скорость коррозии. Поляризационная диаграмма. Перенапряжение. Контролирующая стадия. Процессы с анодным, катодным и смешанным контролем.

Тема 3. Коррозия при восстановлении ионов водорода. Коррозия при восстановлении кислорода

Механизм коррозии при восстановлении катионов водорода. Термодинамика процесса. Кинетика процесса. Перенапряжение водорода. Механизм коррозии при восстановлении кислорода. Термодинамика процесса. Кинетика процесса. Перенапряжение реакции перехода заряда и химической реакции. Перенапряжение диффузии.

Тема 4. Коррозия при восстановлении нескольких окислителей. Пассивность металлов

Поляризационная диаграмма при восстановлении двух окислителей. Понятие пассивности металлов. Анодная поляризационная кривая пассивирующихся металлов. Механизм пассивации поверхности металла. Условия наступления пассивного состояния металла.

Тема 5. Нарушение пассивного состояния металлов

Явление перепассивации металла. Причины наступления перепассивации. Механизм разрушения пассивной плёнки на поверхности металла. Локальная анодная активация металла. Причины локальной анодной активации. Поляризационная диаграмма при локальной анодной активации. Области возникновения и существования питтингов. Схема возникновения и развития питтинговой коррозии. Необходимые условия для протекания питтинговой коррозии. Меры борьбы с питтинговой коррозией.

Тема 6. Влияние внутренних факторов на коррозионную стойкость металлов

Влияние строения и свойств кристаллической решётки на коррозионную стойкость металлов. Влияние содержания легирующих элементов в сплаве. Правило Таммана. Влияние структуры сплава. Зависимость коррозионной стойкости сплава от концентрации и распределения анодных и катодных составляющих. Влияние состояния и обработки поверхности металла.

Тема 7. Влияние механических факторов на коррозионную стойкость металлов

Общая коррозия напряжённого металла. Коррозионное растрескивание. Основные факторы коррозионного растрескивания. Фазы процесса коррозионного растрескивания металла. Меры борьбы с коррозионным растрескиванием. Коррозионная усталость. Предел коррозионной усталости. Скольжение слоёв металла под действием знакопеременных напряжений. Меры борьбы с коррозионной усталостью. Коррозионная кавитация. Основные стадии кавитационного воздействия агрессивной среды на поверхность металла. Меры борьбы с коррозионной кавитацией. Коррозионная эрозия. Коррозия при трении. Фреттинг-коррозия. Коррозионно-абразивный износ. Меры борьбы с коррозионной эрозией.

Тема 8. Влияние внешних факторов на коррозионную стойкость металлов

Состав и характер агрессивной среды. Влияние pH раствора на скорость коррозии металлов. Зависимость коррозии металла от состава нейтральной среды. Влияние температуры на перенапряжение восстановления окислителя. Зависимость скорости диффузии веществ от температуры. Влияние температуры на концентрацию газообразных веществ, участвующих в электродных реакциях. Образование и защитные свойства вторичных продуктов коррозии при различных температурах. Влияние температуры на анодные и катодные процессы. Зависимость скорости коррозионных процессов от направления теплопередачи. Влияние давления на отдельные стадии коррозионного процесса. Зависимость скорости коррозии от скорости и характера движения среды. Контакт нескольких металлов в агрессивной среде. Контакт металлов с неметаллическими материалами.

Тема 9. Газовая коррозия металлов. Коррозия металлов в жидких неэлектропроводных средах

Понятия жаростойкости и жаропрочности металлов. Механизм газовой коррозии. Условие сплошности оксидных плёнок. Основные стадии образования сплошных и пористых плёнок. Термодинамика газовой коррозии. Общая кинетика газовой коррозии. Законы скорости роста плёнок. Влияние состава и структуры сплава на газовую коррозию. Механические напряжения и деформация металла. Обработка поверхности металла. Зависимость скорости газовой коррозии от состава среды. Влияние температуры на газовую коррозию. Давление и скорость движения среды. Химическая коррозия металлов в жидких средах.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Тема 1. Влияние структурной неоднородности на коррозию при восстановлении ионов водорода.

Тема 2. Коррозия при восстановлении кислорода.

Тема 3. Потенциалы металлов в растворах электролитов.

Тема 4. Анодные и катодные металлические покрытия.

Тема 5. Анодная поляризационная диаграмма пассивирующегося металла.

Тема 6. Влияние содержания легирующего элемента на пассивационные характеристики сплава.

3.4.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены.

4.2 Основная литература

1. Пахомов В.С. Коррозия металлов и сплавов. Справочник. В двух книгах. – М.: Наука и технологии, 2013. – 448+544 с.

2. Пахомов В.С., Шевченко А.А. Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии. – М.: Химия, КолосС, 2009. – 444 с.

3. Лебедев Д.Л. Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии. Лабораторный практикум. – Москва: Московский политех, 2021. – 74 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Шевченко А.А. Химическое сопротивление неметаллических материалов и защита от коррозии. – М.: Химия, КолосС, 2004. – 248 с.

2. Лебедев Д.Л. Введение в теоретическую электрохимию. - Москва: Московский политех, 2023. – Электронное издание.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. ЭОР «Коррозия и антикоррозионные покрытия».

URL:https:// https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=5637

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Программное обеспечение для потенциостата IPC-2000.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Консультант Плюс

URL: https://www.consultant.ru/

2. Информационная сеть «Техэксперт»

URL: https://cntd.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Проведение лекций осуществляется в общеуниверситетских аудиториях, где предусмотрена демонстрация фильмов, слайдов или использование раздаточных материалов.

Практические занятия проводятся в специализированных аудиториях, где расположены лабораторные установки и оборудование (Ав-4104, Ав-4105).

	Практическое занятие	Лабораторное оборудование
1	Влияние структурной неоднородности на коррозию при восстановлении ионов водорода.	Стеклянный коррозиметр. Аналитические весы ВЛР-200.
2	Коррозия при восстановлении кислорода.	Стрелочные миллиамперметры. Электродная ячейка.
3	Потенциалы металлов в растворах электролитов.	pH-метр. Электрод сравнения. Электродная ячейка.
4	Анодные и катодные металлические покрытия.	Источник постоянного тока. Электродная ячейка.
5	Анодная поляризационная диаграмма пассивирующегося металла.	Электронный потенциостат IPC-2000. Ноутбук с программным обеспечением. Электрод сравнения. Электродная ячейка.
6	Влияние содержания легирующего элемента на пассивационные характеристики сплава.	Электронный потенциостат IPC-2000. Ноутбук с программным обеспечением. Электрод сравнения. Электродная ячейка.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная, лабораторная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, лабораторные работы консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу «Защита оборудования от коррозии» необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного

занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрыть содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий – обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа.

Преподаватель, принимающий зачёт или экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа студента направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям, лабораторных занятиям и выполнение практических работ и лабораторных работ.
- подготовка и выполнение тестирования с использованием общеобразовательного портала
- написание и защита реферата по предложенной теме

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого семестра и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Не следует откладывать работу также из-за нерабочего настроения или отсутствия вдохновения. Настроение нужно создавать самому. Понимание необходимости выполнения работы, знание цели, осмысление перспективы благоприятно влияют на настроение.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности представлены в таблице.

Перечень обязательных работ, выполняемых в течение семестра по дисциплине «Защита оборудования от коррозии»

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Практические занятия	Оформленные отчеты (журнал) лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены все работы.
Тестирование	Оценка преподавателя «зачтено», если результат тестирования по шкале (приложение Б) составляет более 41 %.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1. Шкала оценивания тестирования

Результат тестирования оценивается по процентной шкале оценки.

Оценка	Количество правильных ответов
отлично	от 81% до 100%
хорошо	от 61% до 80%
удовлетворительно	от 41% до 60%
неудовлетворительно	40% и менее правильных ответов

7.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	Не зачтено	Зачтено
знать: теоретические основы методов проведения эксперимента по изучению коррозионной стойкости металлов и сплавов.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний в области теории методов проведения эксперимента.	Демонстрирует полное соответствие знаний по теории методов проведения эксперимента. Проявляет способность творчески использовать знания при планировании экспериментальных исследований.
уметь: выполнять исследования коррозионных систем металл-раствор и правильно обрабатывать полученные данные.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять исследования распространённых коррозионных систем.	Обучающийся демонстрирует достаточное знание по выполнению исследований коррозионных систем. Вполне ориентируется в методах исследования типичных коррозионных систем.
владеть: современными методами обработки и хранения полученных экспериментальных данных.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами обработки полученных экспериментальных данных.	Обучающийся демонстрирует достаточные знания по современным методам обработки экспериментальных данных. Обучающийся вполне ориентируется в выборе решений при выполнении конкретной задачи.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

7.3.1.1. Пример тестовых заданий:

Контрольный тест 1

Вопрос 1. Что относится к прямым потерям от коррозии?

а) стоимость конструкций, разрушившихся из-за коррозии;
б) стоимость мероприятий по защите конструкций от коррозии;
в) потери продукта вследствие утечек через прокорродировавшее оборудование;
г) стоимость специальных коррозионно-стойких материалов.

Вопрос 2. В каких средах возможна контактная коррозия?

а) в атмосфере углекислого газа;
б) в соляной кислоте;
в) в растворе поваренной соли;
г) в выхлопных газах автомобиля.

Вопрос 3. Какие виды коррозионного разрушения относятся к местной коррозии?

а) язвенная коррозия;
б) избирательная коррозия;
в) питтинг;
г) неравномерная коррозия.

7.3.2. Промежуточная аттестация

7.3.2.1. Вопросы к зачету

1. Что называют коррозией металлов?
2. Перечислите виды коррозионных процессов по механизму их протекания.
3. Перечислите виды коррозионных процессов по условиям их протекания.
4. Перечислите виды коррозионных процессов по характеру разрушения металла.
5. Назовите необходимые условия для протекания равновесного процесса на границе металл-раствор.
6. Что называют равновесным потенциалом металла в растворе электролита?
7. Напишите уравнение Нернста.
8. Напишите реакции анодного и катодного процессов, протекающих на поверхности металла при электрохимической коррозии.
9. В чём заключается необходимое термодинамическое условие для протекания электрохимической коррозии металла?
10. Напишите уравнения зависимости скоростей анодного и катодного процессов от потенциала.
11. Что называют поляризационной диаграммой?
12. Что такое перенапряжение?
13. Напишите уравнение Тафеля.
14. Напишите уравнение для определения перенапряжения диффузии.
15. Что называют контролирующей стадией коррозионного процесса?
16. Нарисуйте поляризационную диаграмму для процесса коррозии с анодным контролем.

17. Нарисуйте поляризационную диаграмму для процесса коррозии с катодным контролем.
18. Нарисуйте поляризационную диаграмму для процесса коррозии со смешанным контролем.
19. Напишите необходимое термодинамическое условие для протекания процесса коррозии при восстановлении водорода.
20. С каким контролем протекает процесс коррозии при восстановлении водорода?
21. Какие стадии процесса коррозии при восстановлении водорода могут быть контролирующими?
22. Напишите уравнение для определения перенапряжения водорода.
23. Покажите на поляризационной диаграмме влияние увеличения содержания катодных включений на коррозию при восстановлении водорода.
24. Напишите уравнения анодного и катодного процессов, протекающих на поверхности углеродистой стали в 10%-ной H_2SO_4.
25. Напишите необходимое термодинамическое условие для протекания процесса коррозии при восстановлении кислорода.
26. С каким контролем протекает процесс коррозии при восстановлении кислорода?
27. Какие стадии процесса коррозии при восстановлении кислорода могут быть контролирующими?
28. Напишите уравнение для определения перенапряжения кислорода в неподвижном растворе.
29. Напишите уравнение для определения перенапряжения кислорода в перемешиваемом растворе.
30. Нарисуйте поляризационную диаграмму для процесса коррозии при восстановлении кислорода в неподвижном растворе.
31. Нарисуйте поляризационную диаграмму для процесса коррозии при восстановлении кислорода в перемешиваемом растворе.
32. Напишите уравнения анодного и катодного процессов, протекающих на поверхности углеродистой стали в 3%-ном NaCl.
33. Нарисуйте поляризационную диаграмму для процесса коррозии при восстановлении двух окислителей (водорода и кислорода).
34. Что называют пассивностью металлов?
35. Нарисуйте анодную поляризационную кривую для пассивирующегося металла.
36. Какими способами можно перевести металл в пассивное состояние?
37. Перечислите причины нарушения пассивного состояния металла.
38. При каком условии и по какой причине возникает перепассивация металла?
39. Перечислите условия для протекания питтинговой коррозии.
40. В каких средах возможен процесс локальной анодной активации металла?
41. Перечислите основные внутренние факторы, влияющие на коррозионное поведение металлов.
42. Каким образом содержание легирующего элемента в сплаве влияет на его коррозионную стойкость?
43. Как влияет шераховатость поверхности металла на его коррозионную стойкость?
44. Перечислите основные виды процессов коррозии под напряжением.
45. Что называют коррозионным растрескиванием металла?
46. Действие каких факторов вызывает коррозионное растрескивание.
47. Перечислите основные фазы процесса коррозионного растрескивания.
48. Перечислите основные меры борьбы с коррозионным растрескиванием.
49. Что называют коррозионной усталостью металла?
50. Перечислите основные меры борьбы с коррозионной усталостью.
51. Что называют коррозионной кавитацией?
52. Перечислите основные меры борьбы с коррозионной кавитацией.

53. Что называют коррозионной эрозией?
54. Перечислите основные виды коррозионной эрозии.
55. Перечислите основные меры борьбы с коррозионной эрозией.
56. Перечислите основные внешние факторы, влияющие на коррозионное поведение металлов.
57. Покажите на графике влияние pH среды на скорость коррозии никеля.
58. Покажите на графике влияние pH среды на скорость коррозии молибдена.
59. Покажите на графике влияние pH среды на скорость коррозии меди.
60. Какие примеси в нейтральных растворах оказывают влияние на коррозию металла?
61. Чем объясняется высокая коррозионная стойкость углеродистых сталей в концентрированной серной кислоте?
62. Каким образом повышение температуры влияет на отдельные стадии коррозионного процесса?
63. Покажите на графике влияние температуры на скорость коррозии железа в воде в закрытой системе.
64. Покажите на графике влияние температуры на скорость коррозии железа в воде в открытой системе.
65. Каким образом теплопередача влияет на отдельные стадии коррозионного процесса?
66. Как влияет повышение давления среды на скорость коррозии при восстановлении кислорода?
67. Покажите на графике влияние скорости движения морской воды на скорость коррозии углеродистой стали.
68. Что называют контактной коррозией металлов?
69. Покажите на поляризационной диаграмме влияние контакта углеродистой стали с цинком на их коррозионное поведение.
70. Почему контакт металлов с неметаллическими материалами может привести к усилению коррозии?
71. Напишите реакцию образования на поверхности металла плёнки продуктов газовой коррозии.
72. Чем определяется защитная способность плёнки на поверхности металла?
73. Напишите условие образования сплошной плёнки продуктов газовой коррозии на поверхности металла.
74. При каком условии плёнка продуктов газовой коррозии обладает наилучшими защитными свойствами?
75. Перечислите основные стадии процесса газовой коррозии при образовании сплошной плёнки.
76. Перечислите основные стадии процесса газовой коррозии при образовании пористой плёнки.
77. Напишите необходимое термодинамическое условие протекания газовой коррозии металла.
78. Какие легирующие элементы существенно повышают жаростойкость сталей и сплавов?
79. Какое влияние оказывает температура на химическую коррозию металлов?
80. Какое влияние оказывает давление на химическую коррозию металлов?