ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
профессор Е.И. Пряхин

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности
доцент Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КОРРОЗИЯ И КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ ПОКРЫТИЯ

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Направленность (профиль):	Материаловедение и технологии новых материалов
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доцент Сивенков А.В.

Санкт-Петербург

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН УСИЛЕННОЙ КВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 00F3 503F 985D 6537 76D4 6643 BD9B 6D2D 1C
Владелец: Пашкевич Наталья Владимировна
Действителен: с 27.12.2022 по 21.03.2024

Рабочая программа дисциплины «Коррозия и коррозионностойкие покрытия» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «22.03.01 Материаловедение и технологии материалов», утвержденного приказом Минобрнауки России № 701 от 02 июня 2020 г.;
- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «22.03.01 Материаловедение и технологии материалов», направленность (профиль) «Материаловедение и технологии новых материалов».

Составитель _____ к.т.н., доцент А.В. Сивенков.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Материаловедения и технологии художественных изделий» от 09 февраля 2022 г., протокол № 7.

Заведующий кафедрой МиТХИ _____ д.т.н., проф. Е.И. Пряхин

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Целью изучения дисциплины «Коррозия и коррозионностойкие покрытия» является формирование у студентов системы знаний по обоснованию и реализации ресурсосберегающих решений при выборе конструкционных материалов и защите их от коррозии во всех сферах природной и производственной деятельности.

Основные задачи дисциплины:

– усвоение основных положений современной теории коррозии материалов и способов защиты металлов от коррозии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Коррозия и коррозионностойкие покрытия» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «22.03.01 Материаловедение и технологии материалов» и изучается во 6 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Коррозия и коррозионностойкие покрытия» являются: «Неорганическая химия», «Физическая химия», «Механические и физические свойства материалов», «Теория строения материалов», «Экология».

Дисциплина «Коррозия и коррозионностойкие покрытия» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Методы структурного анализа материалов и контроля качества деталей», «Машиностроительные материалы», «Методология выбора материалов и технологий в машиностроении», «Технология материалов и покрытий», «Теория и технология термической и химико-термической обработки».

Полученные знания могут быть использованы как при проведении исследований в области материаловедения, в выборе материалов, технологий и покрытий, в разработке новых материалов.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Коррозия и коррозионностойкие покрытия» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		**Основные показатели освоения программы дисциплины**
Содержание компетенции	**Код компетенции**	
Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	ОПК-1	ОПК-1.2. Применяет историю и основные этапы развития науки о металлах; общие сведения о материаловедении; вклад русских и зарубежных ученых в развитие и разработку новых материалов
Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-4	ОПК-4.2. Использует оборудование и методику пробоподготовки образцов материалов для макро- и микроскопического исследования

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	**Код компетенции**	
Способность участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами	ПКС-2	ПКС-2.4. Применяет технологические процессы производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, системы управления технологическими процессами

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		6
Аудиторные занятия, в том числе:	**54**	**54**
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	**18**	**18**
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-
Подготовка к лабораторным занятиям	18	18
Вид промежуточной аттестации - экзамен	**36**	**Э (36)**
Общая трудоемкость дисциплины	**-**	**-**
ак. час.	**108**	**108**
зач. ед.	**3**	**3**

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Аудиторные занятия (всего часов)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа студента
1.	Общие сведения о коррозии. Введение	1	1	-	-	-
2.	Методы коррозионных испытаний	5	1		3	1
3.	Химическая коррозия металлов	14	2	3	7	2
4.	Электрохимическая коррозия металлов	4	2	-	-	2
5.	Виды коррозии. Локальная коррозия. Коррозионно-механическое разрушение металлов	8	2	-	5	1
6.	Коррозия металлов и сплавов в естественных условиях	4	2	-	-	2
7.	Коррозия основных конструкционных металлов и сплавов	7	2	-	3	2

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Аудиторные занятия (всего часов)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа студента
8.	Защита от коррозии. Меры борьбы с коррозией	7	1	4	-	2
9.	Металлические защитные покрытия	8	2	4	-	2
10.	Неметаллические защитные покрытия	7	1	4	-	2
11.	Электрохимическая защита. Воздействие на коррозионную среду	6	1	3	-	2
12.	Экологические проблемы коррозии металлов	1	1	-	-	-
	Подготовка к экзамену:	**36**	-	-	-	-
	Итого:	**108**	**18**	**18**	**18**	**18**

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	1. Общие сведения о коррозии. Введение	Определение понятия "коррозия металлов". Социальные и экономические проблемы коррозии металлов. Задачи и научные основы курса. Роль термодинамики и кинетики в учении о коррозии и защите металлов. Классификация коррозионных процессов по механизму, условиям протекания и характеру разрушения. Прямые и косвенные показатели коррозии. Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС).	1
2.	1.1. Методы коррозионных испытаний.	Оценка коррозионной стойкости металлических материалов. Классификация методов коррозионных испытаний. Лабораторные методы и их основные принципы. Испытания на газовую коррозию. Электрохимические исследования и испытания в электролитах. Коррозионно-механические испытания. Эксплуатационные (полевые и натурные) испытания. Математическое моделирование коррозий.	1
3.	2. Химическая коррозия металлов.	Виды химической коррозии. Термодинамическая вероятность ее протекания. Газовая коррозия металлов. Жаропрочность, жаростойкость и жароупорность металлов. Процесс образования окисной пленки. Классификация пленок и их защитные свойства. Условие сплошности Пиллинга-Бедвортса. Кинетика газовой коррозии: линейный, параболический и логарифмический законы роста окисных пленок на металлах. Механизм высокотемпературного окисления металлов. Теория жаростойкого легирования	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		сплавов. Влияние внутренних факторов на скорость газовой коррозии металлов: химического состава сплава, внутренних напряжений в металле, качества механической обработки поверхности металла, предварительной деформации металла. Влияние внешних факторов на скорость газовой коррозии металлов: температуры газовой среды, состава газовой среды, движения газовой среды, давления газа. Уравнение Аррениуса. Газовая коррозия железоуглеродистых сплавов и ее отрицательная роль в термическом производстве. Диаграмма состояния железо-кислород. Оксидные пенки на поверхности железа. Строение окалины. Факторы, влияющие на процесс окисления железоуглеродистых сплавов. Обезуглероживание стали и чугуна. Наводороживание стали. Коррозия под действием продуктов сгорания топлива. Коррозия металлов в жидких неэлектролитах и жидкометаллических средах.	
4.	3. Электрохимическая коррозия металлов	Теоретические основы электрохимической коррозии. Явления на границе раздела фаз металл-электролит. Катодные и анодные процессы. Термодинамика электрохимической коррозии. Стандартные электродные и необратимые потенциалы металлов, их определение. Диаграммы Пурбе и определение по ним области коррозионной неустойчивости металла. Анодные и катодные поляризационные кривые. Влияние состава коррозионной среды и продуктов коррозии на кинетику анодной реакции. Катодные реакции с водородной и кислородной деполяризацией. Влияние природы металла, структуры сплава, состава и температуры коррозионной среды на протекание катодных реакций с водородной или кислородной деполяризацией. Коррозионные диаграммы, катодная и анодная поляризации. Диаграмма Эванса. Определение потенциала и максимального тока коррозии. Контролирующие факторы процесса коррозии. Пассивное состояние металлов и его практическое значение. Анодная поляризационная	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		кривая. Пленочная и адсорбционная теории пассивности. Контактная коррозия биметаллических систем. Компромиссный потенциал и его изменение в зависимости от площади анодов и катодов, от природы контактирующих металлов, фазового состава и структуры сплавов, от состава продуктов коррозии. Влияние внутренних факторов на скорость электрохимической коррозии металлов: термодинамической устойчивости металла, положения металла в периодической системе элементов Д.И. Менделеева, состава и структуры сплава, состояния поверхности металла. Правило Таммана. Влияние внешних факторов на скорость электрохимической коррозии: состав и концентрация коррозионной среды; кислотность, температура, давление, перемешивание; наличие в агрессивной среде активаторов или ингибиторов коррозии; внешняя анодная или катодная поляризация постоянным и переменным током; радиоактивное излучение.	
5.	4. Виды коррозии. 4.1. Локальная коррозия. Коррозионно-механическое разрушение металлов	Локальная коррозия и ее виды. Точечная (питтинговая) коррозия, факторы, влияющие на возникновение, развитие и прекращение питтинговой коррозии. Язвенная коррозия. Щелевая коррозия нержавеющих сталей, алюминиевых, магниевых сплавов. Влияние конструктивных факторов на этот вид коррозии. Межкристаллитная коррозия нержавеющих сталей и ее природа. Межкристаллитная коррозия дуралюминов. Ножевая коррозия. Контактная коррозия. Селективное вытравливание. Особенности коррозии металлических конструкций в процессе эксплуатации. Влияние статических и знакопеременных напряжений на электрохимическое поведение металлов, скорость коррозии и характер коррозионного разрушения. Разрушение защитных пленок. Понижение термодинамической устойчивости металлов. Изменение электродного потенциала металла и адсорбции поверхностно-активных компонентов среды под воздействием внешних и внутренних напряжений. Коррозионное растрескивание низколегиро-	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		ванных сталей. Замедленное хрупкое разрушение сталей при коррозии с водородной деполяризацией. Коррозионное растрескивание нержавеющих сталей, медных, алюминиевых и магниевых сплавов. Коррозионная усталость низколегированных и нержавеющих сталей, титановых и медных сплавов. Коррозия при трении, влияние состава среды, температуры и удельной нагрузки на скорость коррозии при трении. Коррозия при кавитации.	
6.	4.2. Коррозия металлов и сплавов в естественных условиях	Атмосферная коррозия металлов. Особенности атмосферной коррозии металлов. Три вида атмосферной коррозии металлов: сухая, влажная и мокрая. Критическая влажность воздуха. Влияние климатических факторов на скорость атмосферной коррозии металлов: состава атмосферы, свойств продуктов коррозии, степени влажности воздуха, температуры воздуха, географического фактора, состояния поверхности металла. Подземная коррозия и особенности ее протекания. Оценка агрессивности почв. Коррозия блуждающими токами. Морская коррозия. Особенности коррозии и меры борьбы с ней. Биологическая коррозия.	2
7.	4.3. Коррозия основных конструкционных металлов и сплавов	Коррозия железа и его сплавов. Влияние кислорода и состава агрессивной среды, кислотности растворов на скорость коррозии сталей. Структурная коррозия низколегированных сталей. Коррозия меди и ее сплавов. Коррозия алюминиевых сплавов. Структурная коррозия дуралюминов. Коррозия цинка, кадмия, магниевых, никелевых, титановых сплавов.	2
8.	5.Защита от коррозии. 5.1. Меры борьбы с коррозией	Основные пути защиты металлических материалов от коррозии: воз-действие на металл, коррозионно-стойкие защитные покрытия, воздействие на коррозионную среду, комбинированное воздействие, воздействие на конструкцию. Легирование как метод защиты от коррозии. Принципы жаростойкого и коррозионно-стойкого легирования. Пути повышения жаростойкости тугоплавких металлов. Влияние хрома на коррозионную стойкость железа. Хромоникелевые стали, их свойства, приме-	1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		нение. Методы защиты от межкристаллитной коррозии.	
9.	5.2. Металлические защитные покрытия	Требования к металлическим защитным покрытиям. Анодные и катодные металлические покрытия. Методы нанесения металлических защитных покрытий. Подготовка поверхности металлов перед нанесением покрытий. Гальванические покрытия. Закономерности электрохимического осаждения металлов. Особенности цинкования, кадрирования, никелирования, хромирования, оловянирования. Термодиффузионные покрытия алюминием, хромом, кремнием. Покрытия, получаемые методом погружения в расплавленные металлы. Плакирование. Металлизация напылением	2
10.	5.3. Неметаллические защитные покрытия	Неорганические покрытия: силикатные и керамические материалы. Фосфатные и оксидные защитные пленки: фосфатирование, оксидирование, пассивирование, анодирование. Органические покрытия: лакокрасочные покрытия, покрытия смолами и пластмассами. Эмали, цементные и бетонные покрытия, керамические и кислотоупорные плитки. Антикоррозионные плотные и жидкие смазки. Консервация металлоизделий. Назначение консервации, условия хранения и классификация изделий, подвергаемых консервации. Средства, методы и типовые схемы консервации.	1
11.	5.4. Электрохимическая защита. Воздействие на коррозионную среду	Электрохимическая защита: катодная защита внешним током, протекторная защита, анодная защита, кислородная защита. Обработка среды при газовой коррозии; инертные и защитные атмосферы, осушение атмосферы. Обработка растворов электролитов: уменьшение содержания деполяризатора, введение ингибиторов коррозии. Ингибиторы коррозии. Ингибиторы для растворов: анодные, катодные, органические. Ингибиторы атмосферной коррозии.	1
12.	6. Экологические проблемы коррозии металлов	Загрязнение окружающей среды и истощение природных ресурсов. Общность коррозионных и экологических проблем. Экологические последствия, вызванные коррозией и применением современных способов защиты от коррозии.	1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		Итого:	**18**

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	2	Расчет пленок по правилу Пиллинга и Бедвортса.	3
2.	5	Классификация и маркировка лакокрасочных покрытий.	3
3.		Способы нанесения покрытий химико-термическим методом.	3
4.		Способы нанесения покрытий электрохимическим методом.	3
5.		Способы нанесения покрытий термомеханическим методом.	2
6.		Способы нанесения покрытий химическим методом.	2
7.		Оценка эффективности методов и способов получения покрытий.	2
		Итого:	**18**

4.2.4. Лабораторные занятия

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
		Изучение методов коррозионных ичпытаний	2
1.	2	Изучение влияния температуры на кинетику газовой коррозии металлов.	4
2.		Изучение влияния химического состава сталей на скорость их окисления.	4
3.		Изучение процесса обезуглероживания стали.	2
4.	3	Изучение межкристаллитной коррозии нержавеющих сталей аустенитного класса.	3
5.		Изучение коррозионного растрескивания латуни.	3
		Итого:	**18**

4.2.5. Курсовая работа (проект)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные занятия. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

- главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося

по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне дифф.зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Общие сведения о коррозии

1. Дайте определение процесса окисления.
2. Перечислите три основные зависимости изменения толщины оксидной пленки во времени.

Раздел 2. Химическая коррозия металлов

1. Что понимается под химической коррозией?
2. Что такое жаростойкость?
3. Перечислите требования к жаростойким покрытиям.
4. Классификация жаростойких покрытий.

Раздел 3. Электрохимическая коррозия металлов

1. Что понимается под электрохимической коррозией?
2. Дайте понятие анода и катода.
3. Какие по составу металлы обладают более высокой коррозионной стойкостью?
4. Расположите последовательно металлы по значениям электродного потенциала в стандартном электролите: Fe, Ni, Cr, Ti, Mg, Cu, Zn.

Раздел 4. Виды коррозии

1. Охарактеризуйте влияние поверхностных слоев на эксплуатационные свойства деталей машин.
2. Какие свойства металлов могут быть обеспечены нанесением покрытий?
3. Какие сплавы подвержены межкристаллитной коррозии (МКК)?
4. Правило Таммана.
5. Какие сплавы подвержены коррозионному растрескиванию (КР)?

Раздел 5. Защита от коррозии

1. Классификация металлических покрытий по механизму электрохимической защиты.
2. Дайте определение катодными и анодными металлическими покрытиям.
3. Основные требования к катодными и анодными металлическими покрытиям.
4. Назовите металлы, являющиеся анодом или катодом относительно железа.
5. Перечислите наиболее распространенные металлы, используемые для нанесения коррозионно-стойких покрытий.
6. В каких агрессивных средах рекомендуется использовать стали типа 18-10?
7. Дайте характеристику однокомпонентным жаростойким покрытиям.
8. Перечислите системы многокомпонентных жаростойких покрытий.
9. Какие знаете основные методы и способы нанесения покрытий?

10. Перечислите способы получения покрытий химико-термическим методом.
11. Перечислите способы получения покрытий термомеханическим методом.
12. Укажите способы нанесения покрытий электрохимическим методом.
13. Способы нанесения покрытий химическим методом.
14. Какие требования предъявляются к выбору способа нанесения покрытий?
15. Опишите технологию диффузионной металлизации в твердой фазе.
16. Какие знаете технологии металлизации из жидкой фазы?
17. Перечислите способы плакирования.
18. Укажите особенности газотермического напыления.
19. Дайте характеристику неметаллическим покрытиям.
20. Какие покрытия относятся к органическим и неорганическим?

Раздел 6. Экологические проблемы коррозии металлов

1. Перечислите характеристики экономической эффективность технологических процессов нанесения покрытий.
2. Перечислите характеристики экологической безопасности технологических процессов нанесения покрытий.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):

1. Что такое газовая коррозия?
2. Какие сплавы подвержены межкристаллитной коррозии (МКК)?
3. Состав продуктов коррозии на железе.
4. Что такое пассивность?
5. Коррозионная диаграмма Эванса.
6. Какая диаграмма позволяет определить возможность протекания коррозии с водородной или кислородной деполяризации?
7. Укажите диаграмму Пурбе (состояние металл-вода для Zn).
8. Укажите потенциостатическую анодную поляризационную кривую.
9. Что такое катодная защита?
10. Что такое анодная защита?
11. Что такое протекторная защита?
12. Каково правило Таммана?
13. Какова роль Ti и Nb в коррозионностойких сталях типа Х18Н10?
14. Что такое вюстит?
15. Что такое магнетит?
16. Что такое германит?
17. Условие сплошности окисной пленки Пиллинга и Бедвортса.
18. Что такое жаростойкость?
19. Что такое жаропрочность?
20. Что такое жароупорность?
21. Какой участок обозначен цифрой 3 на потенциостатической анодной поляризационной кривой?
22. Какой вид имеет зависимость скорости коррозии от кислотности среды для металлов устойчивых в кислой и щелочной среде (Ag, Pt, Au)?
23. С каким контролирующим (тормозящим) фактором протекает коррозия на данной коррозионной диаграмме?
24. Какой участок обозначен цифрой 1 на потенциостатической анодной поляризационной кривой?
25. Какой участок обозначен цифрой 2 на потенциостатической анодной поляризационной кривой?
26. Какой вид имеет зависимость скорости коррозии от кислотности среды для металлов не стойких в кислой и недостаточно стойких в нейтральной среде (Mg, Mn, Fe)?

27. Какой вид имеет зависимость скорости коррозии от кислотности среды для металлов неустойчивых в кислой и устойчивых в нейтральных и щелочных средах (Ni, Co, Cd)?
28. Какой вид имеет зависимость скорости коррозии от кислотности среды для металлов коррозионностойких в кислой и неустойчивых в щелочной среде (Ta, Mo, W)?
29. Какой вид имеет зависимость скорости коррозии от кислотности среды для металлов устойчивых только в нейтральной среде (Zn, Sn, Pb)?
30. Какое равновесие учитывают горизонтальные линии на диаграммах Пурбе в системе металл-вода?
31. Какое равновесие учитывают вертикальные линии на диаграммах Пурбе в системе металл-вода?
32. Какое равновесие учитывают наклонные линии на диаграммах Пурбе в системе металл-вода?

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	На питтингостойкость металлов и сплавов практически не влияет …	1. наличие сульфидных неметаллических включений. 2. температура коррозионной среды. 3. pH коррозионной среды. 4. холодная пластическая деформация.
2.	Лабораторные методы коррозионных испытаний – это …	1. испытания в грунте. 2. испытания на газовую коррозию (жаростойкость). 3. испытания в атмосфере. 4. испытания в заводской аппаратуре.
3.	Гематит – это …	1. закись железа FeO. 2. закись-окись железа Fe3O4. 3. окись железа Fe2O3. 4. ингибитор коррозии для железа.
4.	Укажите методы испытаний на химическую коррозию.	1. На коррозионную кавитацию. 2. На межкристаллитную коррозию. 3. На коррозионную усталость. 4. На газовую коррозию.
5.	Косвенный показатель коррозии является …	1. механическим. 2. глубинным. 3. массовым. 4. поглощающим.
6.	К коррозии под напряжением относится …	1. коррозионная усталость. 2. коррозионная кавитация. 3. контактная коррозия. 4. фреттинг-коррозия.
7.	Условие сплошности оксидной пленки Пиллинга и Бедвортса.	1. 2,5 > VOк/VMe > l. 2. VOк/VMe < l. 3. VOк/VMe > l. 4. 2,5 < VOк/VMe < 1.
8.	Значительно уменьшает скорость окисления железа при высоких температурах …	1. титан. 2. фосфор. 3. хром.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. вольфрам.
9.	По характеру взаимодействия с металлической поверхностью окисляющим газом является …	1. углекислый. 2. метан. 3. окись углерода. 4. аргон.
10.	Линейный закон роста оксидной пленки имеет место при окислении …	1. железа. 2. меди. 3. алюминия. 4. магния.
11.	Скорость коррозии железа в щелочных средах по мере увеличения pH …	1. возрастает. 2. падает. 3. падает линейно. 4. возрастает параболически.
12.	Коррозионная стойкость железоуглеродистых сплавов в не пассивирующих растворах кислот при повышении содержания углерода …	1. сначала повышается, затем понижается. 2. повышается. 3. не изменяется. 4. понижается.
13.	На питтингостойкость металлов и сплавов практически не влияет …	1. наличие сульфидных неметаллических включений. 2. температура коррозионной среды. 3. pH коррозионной среды. 4. холодная пластическая деформация.
14.	Оксидные пленки на металлах считаются тонкими, если их толщина составляет менее …	1. 40 нм. 2. 100 нм. 3. 200 нм. 4. 300 нм.
15.	Из дефектов структуры металлов наиболее эффективными стимуляторами питтинговой коррозии являются …	1. вторичные фазы. 2. сегрегации примесей. 3. границы зерен. 4. дислокации.
16.	В латунях с высоким содержанием цинка при электрохимической коррозии в слабокислых растворах может иметь место …	1. коррозионное растрескивание. 2. обесцинкование. 3. обеднение медью. 4. точечная коррозия.
17.	Межкристаллитная коррозия (МКК) – это коррозия в …	1. микротрещинах. 2. равномерно распределенных точечных поражениях. 3. приграничных областях поликристаллических сплавов. 4. зазорах между контактирующими металлами.
18.	Ножевая коррозия является разновидностью …	1. щелевой коррозии. 2. межкристаллитной коррозии. 3. контактной коррозии. 4. селективного вытравливания.
19.	С повышением содержания углерода в сталях скорость их окисления при прочих равных условиях …	1. уменьшается. 2. увеличивается. 3. не изменяется. 4. сначала уменьшается, затем увеличи-

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		вается.
20.	Атмосферная коррозия развивается с наибольшей скоростью в условиях … атмосферы.	1. сухой континентальной. 2. городской индустриальной. 3. тропической. 4. приморской.

Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	К внешним факторам коррозии металлов относится …	1. давление. 2. состав. 3. структура. 4. состояние поверхности.
2.	Значительно уменьшает скорость окисления железа при высоких температурах …	1. углерод. 2. марганец. 3. алюминий. 4. молибден.
3.	Коррозия при которой разрушается одна структурная составляющая или один компонент сплава – это …	1. избирательная коррозия. 2. местная (локальная) коррозия. 3. межкристаллитная коррозия (МКК). 4. подповерхностная коррозия.
4.	К основным легирующим элементам для жаростойких сплавов на основе железа не относится …	1. кремний. 2. хром. 3. алюминий. 4. вольфрам.
5.	Скорость коррозии платины по мере увеличения pH коррозионной среды …	1. падает. 2. возрастает. 3. не изменяется. 4. возрастает параболически.
6.	При каких условиях оксидная пленка обладает удовлетворительными защитными свойствами?	1. $2,5 < V_{Ок}/V_{Me} < 1$. 2. $V_{Ок}/V_{Me} > l$. 3. $V_{Ок}/V_{Me} < l$. 4. $2,5 > V_{Ок}/V_{Me} > l$.
7.	Правило Таммана – это правило …	1. n/8. 2. n/4. 3. n/6. 4. n/2.
8.	К локальной коррозии не относится …	1. избирательная коррозия. 3. межкристаллитная коррозия. 2. коррозионное растрескивание. 4. коррозионная кавитация.
9.	Магнетит – это …	1. закись железа FeO. 2. закись-окись железа Fe_3O_4. 3. окись железа Fe_2O_3. 4. ингибитор коррозии для железа.
10.	Летучими ингибиторами рекомендуется защищать от атмосферной коррозии изделия …	1. сложной конфигурации. 2. простой конфигурации. 3. любой конфигурации.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. круглой формы.
11.	Линейный закон роста оксидной пленки может иметь место при окислении …	1. серебра. 2. алюминия. 3. молибдена. 4. железа.
12.	Оксидные пленки на металлах считаются средними, если их толщина составляет …	1. 10 – 40 нм. 2. 40 – 100 нм. 3. 300 – 500 нм. 4. 100 – 300 нм.
13.	К анодным ингибиторам коррозии относится …	1. желатин. 2. кислород. 3. оксид висмута. 4. оксид мышьяка.
14.	Силицирование – это …	1. кислородная защита. 2. способ нанесения стеклоэмалевого защитного покрытия. 3. способ нанесения защитного покрытия на основе кремния. 4. способ нанесения защитного покрытия на основе алюминия.
15.	Коррозия железа в морской воде усиливается при контакте с …	1. магнием. 2. никелем. 3. алюминием. 4. цинком.
16.	В одной и той же местности атмосферная коррозия металлов протекает с наименьшей средней скоростью …	1. летом. 2. осенью. 3. зимой. 4. весной.
17.	По характеру взаимодействия с металлической поверхностью восстанавливающим газом является …	1. азот. 2. углекислый. 3. аргон. 4. окись углерода.
18.	К основным легирующим элементам, повышающим стойкость железоуглеродистых сплавов к электрохимической коррозии, не относится …	1. никель. 2. алюминий. 3. хром. 4. кремний.
19.	К неметаллическим защитным покрытиям не относятся …	1. покрытия гальванопластические. 2. покрытия керметами. 3. покрытия жаростойкими эмалями. 4. покрытия тугоплавкими карбидами.
20.	Коррозия в морской воде протекает по …	1. транскристаллитному механизму. 2. химическому механизму. 3. биохимическому механизму. 4. электрохимическому механизму.

Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Температурная зависимость скорости газовой коррозии металлов является …	1. экспоненциальной. 2. линейной. 3. логарифмической. 4. гиперболической.
2.	Коррозия, вызванная контактом металлов, имеющих разные стационарные потенциалы – это …	1. фреттинг-коррозия. 2. коррозия под напряжением. 3. коррозия внешним током. 4. контактная коррозия.
3.	Показатель коррозии, указывающий количество поглощенного или выделившегося в процессе коррозии газа называется …	1. глубинным. 2. объемным. 3. массовым. 4. механическим.
4.	Эндотермический газ (эндогаз), применяемый в качестве защитной атмосферы для безокислительного нагрева углеродистых и легированных сталей, содержит …	1. $CO + CO_2$. 2. $CO + CO_2 + H_2 + CH_4 + N_2$. 3. $CO + CO_2 + H_2 + N_2 + H_2O$. 4. $H_2 + N_2 + H_2O$.
5.	Линейный закон роста оксидной пленки может иметь место при окислении …	1. меди. 2. железа. 3. серебра. 4. вольфрама.
6.	Условию $2,5 > V_{Ок}/V_{Me} > 1$ не удовлетворяют оксидные пленки на …	1. серебре. 2. железе. 3. вольфраме. 4. меди.
7.	Газовая коррозия – это …	1. вид электрохимической коррозии. 2. вид химической коррозии. 3. химическая коррозия не электролитах. 4. электрохимическая коррозия в газовой среде.
8.	Значительно уменьшает скорость окисления железа при высоких температурах …	1. кремний. 2. медь. 3. сера. 4. ванадий.
9.	Коррозия в жидких органических средах представляет собой разновидность …	1. коррозии под напряжением. 2. электрохимической коррозии. 3. химической коррозии. 4. биологической коррозии.
10.	Из дефектов кристаллического строения металлов наиболее эффективными стимуляторами питтинговой коррозии являются …	1. границы зерен. 2. дислокации. 3. сегрегации примесей. 4. вторичные фазы.
11.	Железо устойчиво в …	1. концентрированных щелочных растворах. 2. морской воде. 3. концентрированной азотной кислоте. 4. соляной кислоте.
12.	В щелочных средах (pH > 7) устойчи-	1. цинк.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	вы …	2. молибден. 3. алюминий. 4. никель.
13.	Какой это вид коррозионного поражения?	1. Язвами. 2. Транскристаллитная. 3. Межкриталлитная. 4. Точечная (питтинг).
14.	К катодным ингибиторам коррозии относятся …	1. кислород. 2. желатин. 3. нитраты. 4. хроматы.
15.	Правило Таммана – это правило …	1. n/2. 2. n/4. 3. n/8. 4. n/6.
16.	Наиболее стойкими против щелевой коррозии являются …	1. нержавеющие хромоникелевые стали. 2. сплавы на основе алюминия. 3. сплавы на основе никеля. 4. сплавы на основе магния.
17.	Коррозия меди в морской воде усиливается при контакте с …	1. алюминием. 2. никелем. 3. титаном. 4. железом.
18.	Для повышения коррозионной стойкости сталей против атмосферной коррозии применяется …	1. цементация. 2. борирование. 3. нитроцементация. 4. азотирование.
19.	Обесцинкование латуней является следствием …	1. контактной коррозии. 2. межкристаллитной коррозии. 3. щелевой коррозии. 4. селективного вытравливания.
20.	Биологическая коррозия имеет … характер.	1. транскристаллитный. 2. межкристаллитный. 3. питтинговый. 4. кавитационный.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	**Пороговый уровень освоения**	**Углубленный уровень освоения**	**Продвинутый уровень освоения**
	«3» (удовлетворительно)	**«4» (хорошо)**	**«5» (отлично)**
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значи-	Студент поверхност-	Студент хорошо	Студент в полном

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
тельной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	но знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	объёме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Семенова, И.В. Коррозия и защита от коррозии: учеб. пособие / И.В. Семенова, Г.М. Флорианович, А.В. Хорошилов; под ред. И. В. Семеновой. - М.: Физматлит, 2002. - 334 с. http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=34%2E66%2F%D0%A1%20302%2D659885<.>

2. Солнцев, Ю. П. Специальные материалы в машиностроении : учебник / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В. Ю. Пиирайнен. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 664 с. — ISBN 978-5-8114-3921-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118630.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Жук, Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов: учеб. пособие для вузов / Н.П. Жук. - М.: Металлургия, 1976. - 472 с. http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=34%2E66%D1%8F73%2F%D0%96937%2D960359<.>

2. Коррозия: справочник: пер. с англ. / под ред. Л.Л. Шрайера. - М.: Металлургия, 1981. - 631 с.
http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=34%2E66%D1%8F2%2F%D0%9A689%2D886644<.>

3. Солнцев, Ю.П. Материаловедение специальных отраслей машиностроения: учеб. пособие для вузов / Ю.П. Солнцев, В.Ю. Пирайнен, С. А. Вологжанина; под ред. Ю.П. Солнцева. - СПб: Химиздат, 2007. - 782 с.
http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=34%2E2%D1%8F73%2F%D0%A1%20601%2D640195<.>

4. Шлугер, М.А. Коррозия и защита металлов: учеб. пособие для вузов / М.А. Шлугер, Ф.Ф. Ажогин, Е.А. Ефимов. - М.: Металлургия, 1981. - 215 с.
http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=34%2E66%D1%8F73%2F%D0%A8697%2D692408<.>

5. Словарь терминов по специальности «Материаловедение и технологии новых материалов» / Сост. Е.И. Пряхин, А.П. Петкова, А.В. Сивенков, К.Ю. Шахназаров, О.Ю. Ганзуленко - Санкт-Петербургский горный университет. СПб, 2018. - 73 с. ISBN 978-5-94211-828-0

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Коррозия и коррозионностойкие покрытия: методические указания к выполнению самостоятельной работы [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: А.В. Сивенков, Д.А. Кончус. СПб, 2018, 27 с.
http://ior.spmi.ru/sites/default/files/srs/srs_1530262782.pdf.

2. Сивенков, А.В. Коррозия и коррозионно-стойкие покрытия: учебно-методический комплекс / сост. А.В. Сивенков. - СПб: Изд-во СЗТУ, 2009. - 142 с.
http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%9C%2D458913<.>

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: http://www.europeana.eu/portal
2. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/.
3. Мировая цифровая библиотека: http://wdl.org/ru
4. Научная электронная библиотека «Scopus» https://www.scopus.com
5. Научная электронная библиотека ScienceDirect: http://www.sciencedirect.com
6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: https://elibrary.ru/
7. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.
8. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
9. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): http://www.rsl.ru/
10. Электронная библиотека учебников: http://studentam.net
11. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» https://e.lanbook.com/books.
12. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
13. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». http://rucont.ru/
14. Электронно-библиотечная система http://www.sciteclibrary.ru/

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Аудитории для проведения лекционных занятий

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп Метам РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокуляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ P11 – 1 шт., ПЭВМ Кей P911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожзаменитель - 23 шт.

Аудитории для проведения лабораторных работ и практических занятий

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп Метам РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокуляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ P11 – 1 шт., ПЭВМ Кей P911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожзаменитель - 23 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы

13 посадочных мест. Мебель: стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт.

Компьютерная техника: АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования

Центр новых информационных технологий и средств обучения: оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

8.4. Лицензионное программное обеспечение

- 1. Microsoft Windows 7 Professional (договор бессрочный ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции»)
- 2. Microsoft Office 2007 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)
- 3. CorelDRAW Graphics Suite X5 (договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения», обслуживание до 2025 года)
- 4. Autodesk, product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1
- 5. Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО)
- 6. Quantum GIS (свободно распространяемое ПО)
- 7. Python (свободно распространяемое ПО)
- 8. R (свободно распространяемое ПО)
- 9. Rstudio (свободно распространяемое ПО)
- 10. SMath Studio (свободно распространяемое ПО)
- 11. GNU Octave (свободно распространяемое ПО)

- 12. Scilab (свободно распространяемое ПО)
- 13. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)
- 14. 7-zip (свободно распространяемое ПО)
- 15. Foxit Reader (свободно распространяемое ПО)
- 16. SeaMonkey (свободно распространяемое ПО)
- 17. Chromium (свободно распространяемое ПО)
- 18. Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО)
- 19. doPDF (свободно распространяемое ПО)