

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра механики материалов, конструкций и машин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«А.1.В.ОД.1 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии»

Уровень высшего образования

ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Направление подготовки

18.06.01 Химическая технология

(код и наименование направления подготовки)

Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

Заочная

Год набора 2022

Рабочая программа дисциплины «А.1.В.ОД.1 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра механики материалов, конструкций и машин

наименование кафедры

протокол № 15 от "18" февраля 2022г.

Заведующий кафедрой

Кафедра механики материалов, конструкций и машин

наименование кафедры

подпись

расшифровка подписи

Е.В. Пояркова

Исполнители:

Профессор кафедры ММКМ

В.М. Кушнар

В.М. Кушнар

Заведующий кафедрой ММКМ

должность

подпись

расшифровка подписи

Е.В. Пояркова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель направленности (профиля)

Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

наименование

личная подпись

расшифровка подписи

В.М. Кушнар

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Н.Н. Бигалиева

Уполномоченный по качеству от Аэрокосмического института

личная подпись

А.М. Черноусова

расшифровка подписи

А.М. Черноусова

№ регистрации _____

© Кушнар В.М., 2022

© Пояркова Е.В., 2022

© ОГУ, 2022

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины:

- изучение механизма и кинетики процессов коррозии материалов, протекающих при эксплуатации изделий и конструкций;
- изучение основных методов исследования электрохимических процессов и способов коррозионных испытаний;
- изучение коррозионной стойкости наиболее распространенных конструкционных черных, цветных и благородных металлов и сплавов;
- изучение эффективных методов защиты изделий и конструкций от коррозии.

Задачи:

- выявить наиболее важные этапы и реакции, происходящие в процессе воздействия на материал изделий и конструкций коррозионных сред;
- провести сравнительный анализ коррозионной стойкости конструкционных черных, цветных и благородных металлов и сплавов;
- выделить наиболее важные проблемы в области коррозии и защиты материалов от коррозии;
- представить пути использования современных методов защиты изделий и конструкций от коррозии.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *А.1.Б.1 Иностранный язык, А.1.Б.2 История и философия науки, А.2.В.1 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, педагогическая практика*

Постреквизиты дисциплины: *А.3.В.1 Научно-исследовательская деятельность, А.3.В.2 Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none">– методы критического анализа современных научных достижений;– методы оценки современных научных достижений;– методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарных областях. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">– анализировать альтернативные варианты решения исследовательских задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов;– при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи;– анализировать альтернативные варианты решения практических задач;– генерировать новые идеи, возможные для дальнейшей разработки. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none">– навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских задач, в том числе в междисциплинарных областях;	УК-1 способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<ul style="list-style-type: none"> – технологиями оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; – навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении практических задач; – навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач. 	
<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – особенности научного познания, основные методологические и мировоззренческие проблемы, возникающие в современной науке; – основные концепции современной философии науки, основные стадии эволюции науки, функции и основания научной картины мира; – методы научно-исследовательской деятельности, в том числе статистические методы и подходы к проведению статистических расчетов. <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений; – критически оценивать поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных приемов решения задач; – использовать методы научного познания с учетом их возможностей в решении познавательных и исследовательских задач, проводить статистические расчеты, используя инновационные методы. <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в том числе междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития; – навыками выявления и описания закономерностей развития профессиональной деятельности, моделирования и прогнозирования последствий выявленных закономерностей обучения; – культурой мышления, приемами ведения дискуссии, способами аргументированного и обоснованного выражения своей позиции по проблемам профессиональной деятельности. 	<p>УК-2 способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки</p>
<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – особенности коллективной научной деятельности, представления и использования результатов коллективной научной работы в публикациях и научной квалификационной работе; – специфику и этические нормы взаимодействия с членами российских и международных исследовательских групп при осуществлении научно-образовательной деятельности. <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – осуществлять личностный выбор области деятельности и ее планирование в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность; – анализировать методологические и организационные проблемы, возникающие при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах. <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач; 	<p>УК-3 готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</p>

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p>– различными типами коммуникаций (в том числе на иностранном языке) при осуществлении работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач.</p>	
<p><u>Знать:</u> – категории и способы научной коммуникации на государственном и иностранном языках; – грамматические, лексические и стилистические способы презентации результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках.</p> <p><u>Уметь:</u> – применять знания о научной коммуникации на государственном и иностранном языках в практике делового профессионально-ориентированного общения; – применять коммуникативные лексико-грамматические модели в научном общении на государственном и иностранном языках.</p> <p><u>Владеть:</u> – навыками и опытом аннотирования и реферирования научных текстов на государственном и иностранном языках. – методами и технологиями профессионально-ориентированной и научной коммуникации на государственном и иностранном языках; – нормами и этикой научной коммуникации на государственном и иностранном языках.</p>	<p>УК-4 готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках</p>
<p><u>Знать:</u> – принципы, основные физические процессы, на которых базируется метод испытания, назначение и область его применения; – требования законодательных, нормативных правовых и локальных актов, инструкций, правил по промышленной и пожарной безопасности, охране труда; – нормы по защите от коррозии опасных производственных объектов Российской Федерации, а также международные и отраслевые.</p> <p><u>Уметь:</u> – выполнять испытания соответствующим методом; – использовать контрольно-измерительные приборы для оценки технического состояния технологического оборудования; – применять нормативно-технические документы в области защиты от коррозии.</p> <p><u>Владеть:</u> – навыком выбора методик испытаний и испытательного оборудования; – навыком обеспечения проведения работ по испытанию технологического оборудования; – навыком анализа и обобщения опыта проектирования систем защитных покрытий и их реализации в строительстве.</p>	<p>ОПК-1 способностью и готовностью к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий</p>
<p><u>Знать:</u> – сформированные систематические представления об источниках и методах поиска информации;</p> <p><u>Уметь:</u> – использовать инструментальные средства для обработки данных с пропусками; – автоматизировать и документировать процесс проведения исследования в статистических пакетах;</p> <p><u>Владеть:</u> – навыками формулирования требований к представлению исходной информации в соответствии с задачами исследования.</p>	<p>ОПК-2 владением культурой научного исследования в области химических технологий, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий</p>

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p><u>Знать:</u> – законодательные и нормативные правовые акты, регламентирующие производственно-хозяйственную деятельность технологического объекта.</p> <p><u>Уметь:</u> – анализировать причины отказа работы технологического оборудования, разрабатывать план мероприятий по их предупреждению.</p> <p><u>Владеть:</u> – навыком предупреждения и устранения нарушений хода производственного процесса, связанных с эксплуатацией технологического оборудования.</p>	<p>ОПК-3 способностью и готовностью к анализу, обобщению и публичному представлению результатов выполненных научных исследований</p>
<p><u>Знать:</u> – требования законодательных, нормативных правовых и локальных актов, инструкций, правил по промышленной и пожарной безопасности, охране труда.</p> <p><u>Уметь:</u> – разрабатывать методические и нормативные материалы, техническую документацию.</p> <p><u>Владеть:</u> – навыком обеспечения разработки производственной нормативно-технической документации.</p>	<p>ОПК-4 способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области химической технологии с учетом правил соблюдения авторских прав</p>
<p><u>Знать:</u> – технические характеристики, конструктивные особенности, типичные дефекты и неисправности, назначение, режимы работы и правила эксплуатации оборудования и технических устройств; – устройство, назначение и условия применения контрольно-измерительных инструментов.</p> <p><u>Уметь:</u> – проводить диагностику рабочего состояния технологического оборудования; – проводить визуально-измерительный контроль качества систем защитных покрытий.</p> <p><u>Владеть:</u> – навыком проведения наружного и внутреннего осмотра технологического оборудования; – навыком проведения приемо-сдаточных испытаний систем защитных покрытий.</p>	<p>ОПК-5 способностью и готовностью к использованию лабораторной и инструментальной базы для получения научных данных</p>
<p><u>Знать:</u> – научные основы и современные разработки в области сопротивления материалов, механики разрушения, технологии материалов и материаловедения; – порядок составления паспортов на оборудование, инструкций по эксплуатации и техническому обслуживанию технологического оборудования; – нормы по защите от коррозии опасных производственных объектов Российской Федерации, а также международные и отраслевые.</p> <p><u>Уметь:</u> – определять методы, испытательное оборудование и методики, необходимые для конкретных видов испытаний; – осуществлять анализ причин отказов оборудования, вести статистику отказов, разрабатывать мероприятия повышения надежности оборудования;</p>	<p>ПК*-1 готовностью к применению теоретических основ и современных методов для решения задач по определению причин коррозионных повреждений изделий и конструкций</p>

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p>– проводить анализ опасностей технологических процессов и количественный анализ риска аварий по причине коррозии.</p> <p>Владеть:</p> <p>– навыком оценки и интерпретации результатов испытаний;</p> <p>– навыком учета и анализа допущенных нарушений правил технической эксплуатации оборудования;</p> <p>– навыком технико-экономического расчета по проектируемым системам защитных покрытий.</p>	
<p>Знать:</p> <p>– нормативно-методические материалы по организации проведения ремонтных работ оборудования, зданий, сооружений установки;</p> <p>– технология, виды и способы нанесения защитных покрытий.</p> <p>Уметь:</p> <p>– проводить анализ работы технологического оборудования и технологических объектов;</p> <p>– выявлять различные виды дефектов при нанесении систем защитных покрытий</p> <p>Владеть:</p> <p>– навыком анализа причин выхода из строя технологического оборудования;</p> <p>– навыком контроля качества многослойных систем защитных покрытий различной толщины.</p>	ПК*-2 способностью качественно и количественно анализировать коррозионное состояние, разрабатывать эффективные методы защиты изделий и конструкций от коррозии

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	3 семестр	4 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108	216
Контактная работа:	7	9	16
Лекции (Л)	4	4	8
Практические занятия (ПЗ)	2	2	4
Консультации		2	2
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	0,75	0,7	1,45
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,3	0,55
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - выполнение расчетно-графического задания (РГЗ); - написание реферата (Р); - написание эссе (Э); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	101	99	200

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	3 семестр	4 семестр	всего
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	диф. зач.	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основы электрохимии, металловедения, физической и органической химии	25	1	1		23
2	Электрохимическое и химическое осаждение различных материалов	16	1			15
3	Электрохимический синтез и электролиз	18	1			17
4	Коррозия металлов в электролитических средах	23	1	1		21
5	Коррозия металлов в газовых средах	16				16
6	Микробиологическая коррозия	10				10
	Итого:	108	4	2		102

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
7	Коррозионная стойкость металлов и сплавов	20	1			19
8	Защитные покрытия	16				16
9	Методы защиты от коррозии	20	1	1		18
10	Коррозионная стойкость неметаллических материалов	16				16
11	Методы исследования электрохимических процессов и способы коррозионных испытаний	20	1	1		18
12	Диагностика и прогнозирование коррозионного состояния	16	1			15
	Итого:	108	4	2		102
	Всего:	216	8	4		204

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы электрохимии, металловедения, физической и органической химии.

Термодинамическая возможность химических реакций. Основные закономерности гомогенных и гетерогенных химических реакций. Адсорбция на однородных и неоднородных поверхностях, основные типы изотерм. Электрохимические системы и их термодинамическая особенность. Равновесные и неравновесные электродные потенциалы. Различные типы равновесных потенциалов. Электроды сравнения, ряд стандартных потенциалов. Водородный и кислородный электроды. Термодинамическая оценка возможности электрохимических реакций, включая анодное растворение и катодное осаждение металлов.

Двойной слой на границе электрод - раствор. Процессы заряжения и разряда двойного слоя, фарадеевы процессы. Принцип независимости электрохимических реакций. Ток обмена. Замедленная стадия электродного процесса, различные виды замедленных стадий. Перенапряжение. Кинетика процессов с замедленной стадией переноса заряда. Уравнение Таффеля. Массоперенос в электродных

процессах. Диффузионный слой. Скорость реакций с замедленной диффузионной стадией. Учет миграции и конвекции. Основные особенности кинетики и механизма катодного восстановления кислорода и влияние на них природы металла. Совместное протекание и косвенное взаимовлияние катодных процессов: выделения водорода и осаждения металла, выделения водорода и восстановления кислорода. Определение скорости электродного процесса по току поляризации. Электродная поляризация и перенапряжение. Гальванические и потенциостатические методы получения поляризационных кривых. Истинные зависимости скорости процесса от потенциала и поляризационные кривые.

Металлическая связь. Понятие о зонной теории металлов. Кристаллическая структура и дефекты решетки металлов. Диаграммы состояния и свойства сплавов. Твердые растворы, фазы внедрения, интерметаллические соединения. Объемная и граничная диффузия в металлах и сплавах. Сегрегация и выделение фаз по границам зерен. Основные виды термической обработки сплавов. Прочность и деформируемость металлов и сплавов. Долговечность металлов под нагрузкой. Усталость металлов.

Строение и классификация органических соединений. Типы реакций с участием органических соединений. Азотсодержащие и кремнийорганические соединения. Реактопласты, фтор- и хлорсодержащие полимеры, синтетические каучуки. Органические растворители, комплексоны, гетероциклические соединения. Органические пигменты, поверхностно-активные вещества.

Раздел 2. Электрохимическое и химическое осаждение различных материалов.

Виды гальванических покрытий и их назначение. Требования, предъявляемые к покрываемой поверхности и к покрытиям в гальванопластике. Неэлектрохимические методы нанесения металлических покрытий и сравнительная их характеристика. Контроль качества покрытий. Основные виды производственного оборудования. Механизм электрокристаллизации. Влияние на структуру и свойства гальванических осадков состава электролита (природы и концентрации ионов основного металла, ионов других металлов, pH, поверхностно-активных веществ), режима электролиза (плотности тока, температуры перемешивания, нестационарных условий), состояния поверхности катода. Причины образования губчатых осадков и методы их устранения. Условия и механизм образования блестящих осадков. Условия совместного электроосаждения металлов.

Распределение тока и металла при электроосаждении металлов. Критерий равномерности распределения тока и металла по поверхности катода. Влияние различных факторов на равномерность электрохимических осадков. Микрорассеивающая и выравнивающая способность электролитов. Экспериментальные методы изучения распределения тока и металла.

Подготовка поверхности изделий перед покрытием. Механическая подготовка поверхности. Химическая и электрохимическая полировка металлов.

Электрохимическое нанесение покрытий: цинкование, кадмирование, меднение, никелирование, хромирование, свинцевание, железнение, покрытие благородными металлами, покрытие сплавами (латунью, бронзой и др.). Специальные добавки к электролитам и их роль, вредные примеси, пути интенсификации процессов. Покрытие легких металлов и их сплавов (титан, алюминий, магний, цинковые сплавы), многослойные и композиционные электрохимические покрытия.

Химическое и электрохимическое оксидирование и фосфатирование металлов. Назначение и сущность процессов.

Требования к гальванопластическим осадкам и отличительные особенности технологического процесса. Матрицы и их изготовление. Металлизация диэлектриков. Электролитическое наращивание металла и отделение осадков.

Раздел 3. Электрохимический синтез и электролиз.

Характерные особенности процессов электрохимического синтеза, связанные с многостадийностью процессов окисления и восстановления при образовании сложных неорганических и органических соединений. Роль состояния поверхности электрода. Электродный потенциал и селективность процессов электрохимического окисления и восстановления. Электролиз при контролируемом потенциале. Принципы выбора состава подвергаемого электролизу раствора: электролиз с катализаторами-переносчиками.

Примеры процессов электрохимического синтеза неорганических веществ: кислородные соединения хлора, надсерная кислота и ее соли, пербораты, кислородные соединения марганца. Примеры процессов электрохимического синтеза органических соединений: реакции присоединения и замещения, димеризации и конденсации, окисления и восстановления, кривые разряда и заряда, емкость, отдача, самозаряд, мощность, коэффициент полезного использования активных веществ, технический ресурс.

Электролитическое производство хлора и щелочей. Общие сведения. Механизм катодных и анодных процессов при электролизе хлоридов. Процессы, происходящие в объеме раствора, и их влияние на направление электронных реакций.

Принципы электролиза растворов хлоридов с фильтрующей диафрагмой и твердым катодом. Оптимальные условия электролиза. Электродные материалы и диафрагмы. Конструкции электролизеров с твердым катодом. Анализ составляющих баланса напряжения и пути снижения напряжения на электролизере. Конструкции электролизеров с ртутным катодом и разлагателем амальгам. Электролиз соляной кислоты. Получение хлора из попутной соляной кислоты. Прямой и косвенный методы электролиза соляной кислоты.

Основные характеристики электрохимических аппаратов. Схема электрохимического аппарата: корпус, электроды, диафрагма. Классификация электрохимических аппаратов по характеру работы: электрохимические реакторы, электролитические ванны, источники электрической энергии, электрохимические приборы.

Электрокинетические процессы. Электроосмос и электрофорез. Области технического применения. Электродиализ. Электрохимическое обессоливание воды и электрохимическая деминерализация органических соединений. Основные типы гальванических элементов. Сухие гальванические элементы. Типы и конструкции сухих гальванических элементов. Наливные и резервные гальванические элементы.

Раздел 4. Коррозия металлов в электролитических средах.

Химический и электрохимический механизм растворения металлов. Электрохимическая коррозия («саморастворение»). Понятие о коррозии с вытеснением водорода и восстановлением кислорода (с водородной и кислородной деполяризацией). Другие возможные окислители в коррозионных процессах. Термодинамическая возможность «саморастворения» металлов. Методологическое применение категорий «возможности» и «действительности» к рассмотрению процесса коррозии металлов.

Анодные процессы при коррозии металлов. Диаграммы Пурбе. Закономерности анодного растворения металлов. Электрохимические реакции перехода. Перенапряжение перехода. Классическая зависимость скорости растворения металлов от потенциала при постоянном состоянии поверхности (уравнение кинетики активного анодного растворения). Предэкспоненциальный множитель как характеристика состояния поверхности. Обобщенное кинетическое уравнение и кривая анодной поляризации пассивирующегося металла. Основные участки кривой. Определение и формы проявления пассивности металлов. Пассивационные характеристики, их зависимость от природы металла, состава среды, температуры. Роль воды и окислителей в процессе пассивации. Окислители-деполяризаторы и окислители-доноры кислорода. Основные способы обеспечения пассивации и самопассивации. Пассивирующие слои (включая солевые). Теории пассивности. Перепассивация. Анионы-активаторы, локальная анодная активизация и питтинговая коррозия металлов. Потенциалы и скорости коррозии при различных сочетаниях хода анодной и катодной поляризационных кривых корродирующего электрода. Применимость закономерностей электрохимической кинетики к коррозионным процессам. Зависимость скорости анодного процесса от потенциала (идеальные поляризационные кривые) и зависимость поляризующего тока от потенциала (реальные поляризационные кривые).

Электрохимическая гетерогенность поверхности твердых металлов. Вторичные процессы и продукты коррозии и их роль в коррозионных процессах. Стадийный механизм анодного растворения металлов. Признаки многостадийности. Кинетика многостадийного процесса растворения при наличии электрохимической и химической стадии. Влияние природы растворителя на анодное растворение и его непосредственное участие в процессе. Анодные процессы в водных и водно-органических средах. Растворение металлов в растворах электролитов по химическому механизму. Влияние анионов на кинетику анодного растворения. Общее стимулирующее и ингибирующее действие анионов и их причинная обусловленность. Анодное растворение металлов с образованием твердых конечных продуктов. Анодное окисливание металлов. Электрополировка.

Общие особенности анодного поведения сплавов. Анодное растворение сплавов в активном состоянии. Термодинамические основы растворения сплавов. Кинетика растворения сплавов. Избирательное растворение сплавов. Понятие о коэффициентах селективности. Механизм объемной диффузии компонентов сплава. Взаимное влияние компонентов корродирующего сплава при растворении и самоформирование его поверхности. Стационарный и нестационарный режимы растворения. Пассивация сплавов и ее обусловленность пассивируемостью компонентов. Характер изменения коэффициентов селективности при пассивации. Случаи стационарного селективного растворения сплавов в

пассивном состоянии и особенности формирования пассивной поверхности селективного растворяющегося сплава.

Коррозия металлов с водородной деполяризацией. Схема процесса. Характерные особенности коррозии металлов с водородной деполяризацией. Методы защиты металлов в растворах кислот. Коррозия металлов с кислородной деполяризацией. Схема процесса. Особенности коррозионных процессов с диффузионным контролем. Защита металлов от коррозии в нейтральных электролитах. Смешанная кислородно-водородная деполяризация. Расчет потенциала и скорости электрохимической коррозии по кинетическим уравнениям и поляризационным кривым анодных и катодных реакций. Катодные характеристики и пассивируемость металла. «Катодное» легирование сплавов.

Питтинговая коррозия. Электрохимические закономерности и механизм. Роль анионов. Методы определения склонности металлов к питтинговой коррозии. Методы защиты. Межкристаллитная коррозия. Закономерности и механизм. Влияние состава сплава и примесей. Ножевая коррозия металлов. Методы определения устойчивости металлов к межкристаллитной коррозии. Методы защиты. Коррозионно-механические разрушения металлов. Коррозионное растрескивание под напряжением. Влияние циклических напряжений. Коррозионная усталость. Способы защиты. Кавитационная, эрозионная и фреттинг-коррозия. Водородная коррозия металлов в электролитических средах. Водородное охрупчивание. Наводороживание и кинетика разряда ионов водорода. Влияние состава и структуры поверхности. Способы защиты. Щелевая коррозия. Коррозия блуждающими токами. Особенности, механизм и методы защиты.

Коррозия гетерогенных металлических систем. Условие стационарности. Расчет скорости растворения гетерогенных систем по кинетическим уравнениям. Теория и анализ работы коррозионных элементов. Влияние анодной и катодной поляризации на работу простого коррозионного элемента. Разностный и защитный эффекты. Многоэлектродные системы. Факторы дифференциации поверхности металла. Количественный расчет многоэлектродных систем. Взаимное влияние металлов в многоэлектродных системах. Теория макрокоррозионных пар. Контактная коррозия. Макрокоррозионные пары неравномерного доступа окислителя к металлу. Термогальванические макропары. Температурная зависимость ЭДС и тока термогальванической макропары. Аналитический и графический расчеты многоэлектродных систем. Контролирующий процесс.

Коррозия металлов в природных и промышленных условиях. Атмосферная коррозия металлов. Классификация и механизм атмосферной коррозии металлов. Конденсация влаги на поверхности металла. Особенности и контрольные стадии. Факторы атмосферной коррозии металлов. Защита металлов от атмосферной коррозии. Подземная коррозия металлов. Почва и грунт как коррозионная среда. Механизм и классификация подземной коррозии металлов. Контролирующие стадии, характерные особенности, факторы и кинетика. Защита металлов от подземной коррозии. Морская коррозия. Морская вода как коррозионная среда. Механизм и особенности морской коррозии металлов. Факторы, влияющие на морскую коррозию металлов. Защита металлов в морской воде. Коррозия металлов в пресной воде. Коррозия металлов в расплавах электролитов. Электродные потенциалы в расплавленных электролитах. Механизм и защитные особенности коррозии металлов в расплавленных электролитах. Защита металлов от коррозии в расплавленных электролитах. Коррозия металлов в расплавленных металлах. Механизм разрушения. Влияние примесей в жидком металле. Кавитационно-эрозионное воздействие жидких металлов на твердые. Методы защиты.

Раздел 5. Коррозия металлов в газовых средах.

Термодинамическая возможность газовой коррозии металлов. Реакционная способность и термодинамическая устойчивость продуктов газовой коррозии металлов. Адсорбция окислителей на металлах. Образование пленки продуктов коррозии. Классификация пленок. Условие сплошности. Напряжение в пленках и их разрушение. Массоперенос и электропроводность продуктов коррозии металлов. Твердые электролиты и их классификация по типу разупорядоченности: собственная, примесная. Структурная разупорядоченность. Аморфные электролиты. Реакции с участием дефектов.

Кинетика газовой коррозии металлов. Схема и лимитирующие стадии окисления металлов в газах. Линейный закон окисления. Расчет плотной окалины. Фазовый состав окалины и диаграмма состояния металл-кислород. Вывод параболического закона окисления металлов. Анализ параболического закона. Электрохимическая модель параболического закона окисления. Логарифмический закон окисления. Многослойные оксидные пленки. Образование нескольких слоев по Валенси. Окисление сплавов. Теория Вагнера-Хауффе. Теория Смирнова. Теория Тихомирова. Двойные оксиды и окалина. Внутреннее окисление сплавов. Влияние внутренних и внешних факторов на коррозию металлов в

газах. Влияние температуры, состава и давления газовой фазы. Высокотемпературная пассивация. Влияние скорости движения газовой среды и режима нагрева. Влияние состава и структуры сплава, деформации металла и характера обработки поверхности металлов. Защита металлов от газовой коррозии. Меры по уменьшению окисления металлов и рациональному использованию легирующих элементов.

Раздел 6. Микробиологическая коррозия.

Особенности микробиологической коррозии. Аэробные и анаэробные микроорганизмы. Сульфатвосстанавливающие бактерии (СВБ).

Определение микробиологической коррозии. Аэробные и анаэробные, автотрофные и гетеротрофные микроорганизмы. Тионовые бактерии, железобактерии, сульфатредуцирующие бактерии.

Механизм участия СВБ и других бактерий в процессе коррозии металлов, методы обнаружения и выделения СВБ.

Особенности механизма электрохимической коррозии в присутствии бактерий. Методы обнаружения и выделения сульфатвосстанавливающих бактерий. Индекс активности.

Методы защиты нефтепромыслового оборудования от микробиологической коррозии.

Физические и химические методы борьбы с микробиологической коррозией. Бактерициды и бактериостаты, требования к ним и особенности их применения.

Раздел 7. Коррозионная стойкость металлов и сплавов.

Коррозионно-стойкие сплавы на основе железа. Классификация по составу и структуре. Назначение основных легирующих компонентов и роль примесей. Хромистые стали. Структура и коррозионная стойкость. Повышение стойкости хромистых сталей против газовой и электрохимической коррозии дополнительным легированием. Стандартные хромистые стали, их свойства и применение. Высокочистые ферритные стали, хромоникелевые аустенитные стали. Влияние содержания хрома, никеля, углерода и меди на структуру хромоникелевых сталей. Коррозионная стойкость сталей. Стандартные хромоникелевые стали, их особенности и применение. Локальные виды коррозии хромистых и хромоникелевых сталей: межкристаллитная, питтинговая, щелевая, коррозионное растрескивание. Коррозионно-стойкие чугуны. Легирование чугунов для повышения их стойкости против газовой и электрохимической коррозии. Классификация и области применения коррозионно-стойких чугунов. Перспективы повышения коррозионной стойкости сплавов на основе железа. Аустенитные стали (хромомарганцево-никелевые, хромомарганцевые). Нержавеющие стали повышенной прочности. Сплавы на основе железа и никеля. Двухслойные металлы.

Коррозионная стойкость наиболее распространенных конструкционных цветных и благородных металлов. Электрохимическая коррозия меди и ее сплавов. Термодинамика процесса. Диаграмма состояния медь-вода. Общая и местная коррозия меди и сплавов в электролитах. Газовая коррозия меди. Теоретические основы повышения коррозионной стойкости медных сплавов. Бронза, латунь. Коррозионное растрескивание и обесцинкование латуни. Никель и его сплавы. Электрохимическая коррозия никеля. Диаграмма состояния никель-вода. Общая и местная коррозия в электролитах. Газовая коррозия никеля. Применение и технико-экономические показатели сплавов никеля. Алюминий и его сплавы. Электрохимическая коррозия алюминия. Диаграмма состояния алюминий-вода. Общая и местная коррозия в электролитах. Межкристаллитная коррозия, коррозионное растрескивание, расслаивающаяся и питтинговая коррозия алюминиевых сплавов. Методы их устранения. Магний и его сплавы. Электрохимическая коррозия магния. Диаграмма состояния магний-вода. Общая и местная коррозия в электролитах. Газовая коррозия магния. Коррозионная стойкость сплавов на основе магния. Локальные виды коррозии магниевых сплавов и методы защиты. Титан и его сплавы. Электрохимическая коррозия титана. Диаграмма титан-вода. Пассивируемость титана. Газовая коррозия. Теоретические основы создания коррозионно-стойких титановых сплавов. Солевая коррозия титановых сплавов.

Коррозионная стойкость Ta, Nb, V, Mo, W, Zr. Электрохимическая коррозия: термодинамика процесса, равновесные диаграммы состояния системы металл-вода, общая и местная коррозия, пассивность. Газовая коррозия. Сплавы на их основе, их коррозионная стойкость. Охрана труда при работе с бериллием и радиоактивными металлами. Коррозионная стойкость Au, Pt, Pd, Ag и их сплавов. Коррозионная стойкость Cd, Pb, Sn, Zn, Co. Термодинамика и кинетика окисления. Методы противокоррозионного легирования и области применения.

Раздел 8. Защитные покрытия.

Защитные покрытия в системе противокоррозионной защиты. Классификация защитных покрытий по материалам, способу нанесения и механизму защитного действия. Подготовка поверхности металлов под покрытие. Классификация способов обработки поверхности металлов. Способы обработки поверхности металлов. Способы обезжиривания, травления и полирования металлов.

Гальванический способ получения покрытий. Классификация и области применения гальванопокрытий для защиты от коррозии. Анодные и катодные покрытия. Гальванические покрытия из расплавленных солей. Химические способы получения покрытий из водных и расплавленных солевых электролитов. Диффузионный способ получения покрытий. Уравнения диффузии для расчета технологических параметров получения покрытий. Состав, особенности структуры и свойства коррозионно- и износостойких диффузионных покрытий. Напыление металлов (металлизация). Способы газотермического и плазменного напыления неметаллических и металлических покрытий. Способы вакуумного напыления металлов: термическое и катодное напыление, ионное осаждение (имплантация). Получение металлических и неметаллических покрытий погружением в расплав, наплавкой и оплавлением. Плакирование металлов прокаткой и взрывом. Лазерная обработка поверхности.

Медные покрытия. Особенности меднения. Латунирование. Цинковые и цинксодержащие покрытия. Гальваническое кадмирование. Оловянные и свинцовые покрытия. Алюминиевые покрытия. Особенности механизма защиты стали от атмосферной коррозии оловянными и алюминиевыми покрытиями. Диффузионное алитирование металлов для повышения их жаростойкости. Никелевые покрытия. Электролитическое и химическое никелирование. Блестящее никелирование. Многослойные и многокомпонентные покрытия на основе никеля. Хромовые и хромсодержащие покрытия. Электролитическое хромирование различного назначения. Диффузионное хромирование. Вакуумнапыленные хромовые покрытия. Покрытия из благородных и редких металлов.

Неорганические конверсионные покрытия. Оксидирование химическое и электрохимическое алюминия, магния, железа, меди и их сплавов. Хроматирование. Фосфатирование стали в горячих и холодных растворах. Неорганические покрытия покровного типа (напыленные, наплавленные и др.) оксидные, силикатные, стеклянные и керамические.

Лакокрасочные защитные покрытия (ЛКП). Классификация, характеристики и механизм защитного действия. Типы пленкообразователей, используемых для получения защитных ЛКП. Наполнители, пластификаторы, пигменты и функциональные добавки в защитных ЛКП. Технологии лакокрасочной защиты. Влияние физико-механических характеристик и конструкции ЛКП на их эксплуатационные свойства. Комбинированные покрытия с использованием лакокрасочных материалов. Методы исследования и контроля защитных ЛКП.

Раздел 9. Методы защиты от коррозии.

Электрохимическая защита. Катодная защита. Принципы и эффективность метода. Катодные станции защиты. Исходные данные и методы расчета станции катодной защиты. Типы, расположение и расчет анодных заземлений. Пути совершенствования методов расчета катодной защиты. Протекторная защита. Сущность метода и его применение для защиты различного оборудования. Сфера действия протекторов, их расположение и размеры, материал, методы крепления. Основы проектирования протекторной защиты и пути ее совершенствования. Анодная защита, ее принципы и применение для металлов, склонных к пассивированию. Регуляторы потенциала и электроды сравнения. Основы проектирования и техническая реализация. Коррозия блуждающими токами. Предупреждение возникновения блуждающих токов. Принцип электродренажной защиты и ее практическое осуществление в случае анодного, катодного и меняющегося тока. Простой, поляризованный и усиленный дренаж.

Защитные атмосферы. Принцип подбора защитных атмосфер. Классификация и характеристика защитных атмосфер для сталей и цветных металлов и сплавов. Методы, установки для создания и контроля состава защитных атмосфер. Техника безопасности при работе с защитными атмосферами. Методы уменьшения окисления металлов.

Уменьшение содержания деполяризатора в электролитах. Нейтрализация кислых сред. Влияние кристаллизации, осаждения и коагуляции на коррозионные процессы. Коррозия при отложении солей жесткости. Применение ингибиторов коррозии металлов. Классификация ингибиторов, эффективность, механизм действия. Теоретические основы подбора ингибиторов в различных средах. Ингибиторы коррозии в кислых средах. Ингибиторы коррозии в водных растворах солей и щелочей. Ингибиторы атмосферной коррозии металлов. Ингибиторы коррозии металлов в жидких неводных средах. Безопасность при работе с замедлителями коррозии металлов.

Защита от коррозии на стадиях проектирования, сборки и эксплуатации. Влияние элементов конструкции на коррозионные процессы. Неоднородность металлической поверхности. Напряженные участки. Узкие зазоры. Труднодоступные и трудноосушаемые участки. Застойные зоны. Локализованное поступление коррозионной среды. Основные принципы рационального конструирования. Отсутствие неблагоприятных металлических контактов или их обезвреживание. Учет и ослабление механических воздействий. Устранение напряженных и труднодоступных участков, а также застойных зон. Создание условий дренажа. Сведение к минимуму числа зазоров. Предохраняющие устройства. Требования к технологии изготовления аппаратуры. Выбор металла заклепок. Чеканка швов. Выбор сварочных электродов. Правила сварки. Термическая обработка сварного шва. Проектирование защиты от коррозии.

Раздел 10. Коррозионная стойкость неметаллических материалов.

Основные химически стойкие неметаллические материалы (классификация). Виды химического разрушения неметаллических материалов.

Состав и строение силикатных материалов, высокомолекулярных соединений и композиционных материалов на их основе.

Методы повышения стойкости неметаллических материалов к действию агрессивных сред. Механотермическая, радиационная, ультразвуковая обработка полимеров. Введение наполнителей и стабилизаторов. Методы исследования химической стойкости неметаллических материалов.

Термостойкость неметаллических материалов и методы ее оценки. Термодеструкция и термоокисление материалов органического происхождения.

Сорбция инертных и неинертных паров неметаллическими материалами. Процессы переноса паров и газов в неметаллических материалах. Проницаемость полимерных материалов. Перенос летучих и нелетучих электролитов. Методы определения проницаемости.

Деформация и прочность полимерных материалов. Высокопластическая деформация и релаксационные явления в полимерах. Кинетическая теория прочности. Долговечность твердых тел под нагрузкой. Модуль упругости композиционных материалов. Влияние матрицы и дисперсной фазы на формирование механических свойств. Влияние границы раздела между компонентами на механические свойства, проницаемость и химическую стойкость композиционных материалов. Оценка свойств материала по свойствам компонентов.

Коррозионное растрескивание неметаллических материалов в агрессивных средах. Влияние диффузии на долговечность полимерных материалов.

Методы определения долговечности неметаллических материалов в агрессивных средах.

Раздел 11. Методы исследования электрохимических процессов и способы коррозионных испытаний.

Метод поляризационных кривых. Определение замедленной стадии с помощью вращающегося электрода и температурно-кинетическим методом. Определение тока обмена, коэффициентов переноса и числа электронов, участвующих в электрохимической реакции.

Применение релаксационных потенциостатических методов для исследования механизма электрохимической реакции. Основной потенциостатический метод. Метод ступенчатого изменения потенциала. Циклический потенциостатический метод. Релаксационные гальваностатические методы. Основной гальваностатический метод. Циклический гальваностатический метод. Двухимпульсный гальваностатический метод. Хронопотенциометрия. Кулоностатический и кулонометрический методы. Переменно-токовые методы. Метод фарадеевского импеданса.

Классификация методов испытаний устойчивости конструкционных материалов к различным видам коррозии. Ускоренные испытания, их преимущества и ограничения. Методы испытания на газовую коррозию. Гравиметрические испытания на коррозию в электролитических средах.

Метод поляризационного сопротивления. Химические и электрохимические методы оценки устойчивости к межкристаллитной и питтинговой коррозии. Испытания на контактную и щелевую коррозию. Испытания на коррозию под напряжением. Натурные и производственные испытания. Контроль коррозии в условиях эксплуатации. Использование научных данных в практике производства и для охраны окружающей среды.

Изучение и моделирование процессов коррозии и защиты металлов с применением ЭВМ. Роль формализации и математических методов при моделировании процессов коррозии и защиты металлов. Гипотезы, модель, параметр оптимизации. Многофакторное пространство и его описание

многомерными статическими математическими моделями. Планирование эксперимента: выбор модели и гипотезы. Статистическая обработка результатов эксперимента. Ранжирование факторов. Определение значимых факторов. Компромиссный поиск оптимума по нескольким показателям качества.

Раздел 12. Диагностика и прогнозирование коррозионного состояния.

Критерий опасности электрохимической коррозии (ЭХКМ). Надежность конструкции и ее безотказная работа. Отказы и показатели надежности: допустимая вероятность выхода из строя, среднее время наработки на отказ и др. Вероятностно-статистическая постановка задачи коррозии и защиты металлов и возможности количественного определения при долгосрочных прогнозах действительных величин опасности коррозии металлов. Прогнозирование параметров надежности работы металлической конструкции.

Диагностика "мгновенного" коррозионного состояния. Вероятность безотказной работы металлического сооружения. Средства своевременного выявления возможных коррозионных отказов. Контроль коррозионной опасности. Приборный контроль коррозионного состояния промышленного оборудования.

Нарушение работоспособности оборудования при взаимодействии с коррозионно-активной средой. Наиболее характерные группы факторов, влияющих на процесс разрушения материалов конструкций. Многофакторная задача определения предельного состояния оборудования. Методы выявления значимых факторов: метод случайного баланса, методы планирования эксперимента, дисперсионный анализ, методы экспертных оценок, построение диаграмм рассеяния факторов.

Моделирование коррозионных процессов. Основные понятия и правила моделирования. Практический смысл моделирования. Практический способ моделирования процессов коррозии и защиты металлов. Применение моделирующих установок для изучения процессов ЭХКМ: использование образцов-аналогов и моделирующих сред, физическое и электронно-аналоговое моделирование. Рассмотрение механизма возникновения ЭХКМ в виде развернутой эквивалентной электрической схемы. Использование извлекаемой информации для долгосрочного прогнозирования коррозии металлов.

Современные тенденции подхода к описанию коррозионных процессов с позиций управления ими. Системный подход и системные исследования. Понятия: система управления как способ организации и согласованности системы. Коррозионный процесс как типичный пример неорганизованности замкнутой системы с дискретной распределенной системой единичных токовых нагрузок в коррозионной каверне и инвариантностью коррозионной кинетики. Действительное время коррозии металлов. Самоуправление коррозионных пар, изменение во времени степени их организации, необратимость коррозионного процесса. Определение информативных свойств коррозионной каверны при решении практических задач по коррозионной устойчивости металла в разнообразных агрессивных средах по зависимости «коррозия - время».

Долгосрочное прогнозирование опасности металлов. Определение понятия научно-технического прогнозирования: прогноз, прогнозирование, общая схема выработки прогнозного умозаключения, три типичных интервала упреждения - эшелоны прогнозирования.

Прогностические модели. Классификация прогностических моделей по масштабности в зависимости от числа переменных, по сложности, по детерминированности. Схемы основных этапов сбора, обработки и анализа информации при прогнозировании детерминированном и стохастическом прогнозировании коррозионных процессов.

Постановка прогностической задачи как специальный прием выхода за пределы настоящего в область будущего. Прогнозирование по динамическим моделям, полученным на базе аппроксимации временных рядов результатов исследования кинетики процесса и данных по эксплуатации материалов в натуральных условиях. Прогнозирование опасности коррозии металлов по функциям «глубина коррозионной каверны / потеря массы/ - время» и «скорость коррозии - время». Ошибки прогнозов. Создание в России Единой автоматизированной информационно-поисковой системы «АИПС-Коррозия» для решения широкого круга вопросов, связанных с разработкой прогнозов, накоплением информации о коррозионной стойкости различных материалов и выдачи заинтересованным организациям соответствующих справок и рекомендаций на базе ЭВМ.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Основы электрохимии и органической химии	1
	4	Коррозия металлов в электролитических средах	1
2	9	Методы защиты от коррозии	1
	11	Методы исследования электрохимических процессов и способы коррозионных испытаний	1
		Итого:	4

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

5.1.1 Кушнарченко, В. Методы исследования сопротивления материалов воздействию коррозионных сред / В. Кушнарченко, Е.В. Ганин, Е.В. Кушнарченко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет». – Оренбург : ОГУ, 2017. – 165 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485359>. – Библиогр.: с. 104-105. – ISBN 978-5-7410-1603-9.

5.1.2 Физическая природа разрушения : учебное пособие / В. М. Кушнарченко [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГИМ, 2014. - 369 с. : ил., цв. ил. - Библиогр.: с. 365-368. - ISBN 978-5-9723-0159-1.

5.1.3 Федорченко, В.И. Коррозия металлов : учеб. пособие для вузов / В.И. Федорченко; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2009. - 118 с. : ил. - Библиогр.: с. 117. - ISBN 978-5-7410-0995-6

5.2 Дополнительная литература

5.2.1 Дефекты и повреждения деталей и конструкций [Текст] : монография / В.М. Кушнарченко [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : РУССЕРВИС, 2012. - 531 с. : ил. - Библиогр.: с. 526-531. - ISBN 978-5-904627-16-4.

5.2.2 Семенова, И.В. Коррозия и защита от коррозии : учеб. пособие для вузов / И.В. Семенова, Г.М. Флорианович, А.В. Хорошилов; под ред. И.В. Семеновой. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Физматлит, 2006. - 376 с. - Библиогр. в конце гл. - Прил.: с. 347-350. - Предм. указ.: с. 351-358. - ISBN 5-9221-0723-2.

5.2.3 Ингибиторы коррозии / под ред. Д. Е. Бугая, Д. Л. Рахманкулова. - М. : Химия, 2002 - ISBN 5-7245-1205-Х. - Т. 2 : Диагностика и защита от коррозии под напряжением нефтегазопромыслового оборудования. - 2002. - 367 с.: ил. - Библиогр.: с. 351-366.

5.2.4 Шевченко, А.А. Химическое сопротивление неметаллических материалов и защита от коррозии : учеб. пособие для вузов / А.А. Шевченко. - Москва : Альянс, 2006. - 248 с. - (Для высшей школы). - Библиогр.: с. 248. - ISBN 5-9532-0222-9. - ISBN 5-98109-008-1.

5.2.5 Неверов А.С. Коррозия и защита материалов : учебное пособие [Электронный ресурс] / Неверов А.С., Родченко Д. А., Цырлин М. И. - Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. <http://znanium.com/bookread2.php?book=488262>

5.2.6 Акользин, П.А. Коррозия и защита металла теплоэнергетического оборудования / П.А. Акользин. - М. : Энергоиздат, 1982. - 304 с. : ил. - Библиогр.: с. 297-301.

5.2.7 Рачев, Х.Д. Справочник по коррозии / Х.Д. Рачев, С.Т. Стефанова; под ред. Н.И. Исаева. - М. : Мир, 1982. - 520 с. : ил. - Библиогр.: с. 514-517.

5.2.8 Шашкова, Л.В. Фрактально-синергетические аспекты микроповреждаемости, разрушения и оптимизации структуры стали в условиях водородной хрупкости и сероводородного коррозионного растрескивания : монография / Л.В. Шашкова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : Университет, 2013. - 305 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-4417-0328-4.

5.3 Периодические издания

5.3.1 Деформация и разрушение материалов : журнал. – Москва : Агентство "Роспечать", 2009. – № 1-12.

5.3.2 Прочность конструкций и материалов : реферативный журнал. – М. : ВИНИТИ, 2008. – № 1-12, 2010. – № 1-3,7-12.

5.3.3 Практика противокоррозионной защиты : журнал. - М. : Ассоциация КАРТЭК, 2001. - № 1-4.

5.3.4 Заводская лаборатория. Диагностика материалов : журнал. – М. : Агентство "Роспечать", 2016. – № 1-12.

5.3.5 Физика металлов и металловедение : журнал. – М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016. № 1-6.

5.3.6 Наука и техника : журнал. – Минск : БНТУ, 2014. – № 1-6, 2015. – № 1-6, 2016. – № 1-6, 2017. – № 1-6.

5.3.7 Приборы и техника эксперимента : журнал. – М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2018.

5.3.8 Металловедение и термическая обработка металлов : журнал. – М. : Агентство "Роспечать", 2016. – № 1-12, 2017. – № 1-12, 2018. – № 1-6.

5.3.9 Нефтегазовое дело : журнал. - Уфа : УГНТУ, 2017. - Т. 15, № 1.

5.3.10 Дефектоскопия : журнал. - Москва : АПР, 2013. - № 1-6, 2016. - № 1-6.

5.3.11 Контроль. Диагностика : журнал. – Москва : Агентство "Роспечать", 2010. – № 1-4, 7-11, 2013. – № 1-11, 2014. – № 1-11.

5.3.12 Справочник. Инженерный журнал : журнал. – Москва : Агентство "Роспечать", 2019. – № 1-6.

5.3.13 Приложение к журналу "Справочник. Инженерный журнал" : журнал. – Москва : Агентство "Роспечать", 2019. – № 1-6.

5.4 Интернет-ресурсы

5.4.1 <http://window.edu.ru/> – информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».

5.4.2 <http://docs.cntd.ru> – электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Техэксперт».

5.4.3 <http://www.nait.ru> – информационный портал о новейших достижениях коррозионной науки и методах борьбы с коррозией в атомной, авиационной, автомобильной, машиностроительной, металлургической, нефтегазодобывающей, нефтехимической и других отраслях промышленности.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

5.5.1 Операционная система Microsoft Windows.

5.5.2 Open Office/Libre Office – свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

5.5.3 Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач PTC MathCAD 14.0.

5.5.4 Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования – АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет). – Режим доступа: <http://aist.osu.ru>.

5.5.5 SCOPUS [Электронный ресурс] : реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/>

5.5.6 Springer [Электронный ресурс] : база данных научных книг, журналов, справочных материалов / компания Springer Customer Service Center GmbH . – Режим доступа : <https://link.springer.com/>

5.5.7 Web of Science [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Clarivate Analytics. – Режим доступа : <http://apps.webofknowledge.com/>

5.5.8 ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990-2022]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserv1\GarantClient\garant.exe>.

5.5.9 Консультант Плюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992-2022]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserv1\CONSULT\cons.exe>.

5.5.10 Технорма/Документ [Электронный ресурс]: электронная версия библиографического указателя национальных стандартов Российской Федерации с возможностью просмотра полного содержания документов. Система содержит структурированный список всех стандартов, имеющих силу на момент выхода данной версии базы данных. / Разработчик Фирма «ИНТЕРСТАНДАРТ», Москва. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: \\fileserv1\gost\Install\ndoc_setup.exe.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения занятий по дисциплине «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии», предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Для проведения лекционных и практических занятий используются аудитории, оснащенные демонстрационным оборудованием (переносным проектором, переносным экраном, ноутбуком), комплектом специализированной мебели, доской аудиторной, плакатами. Также используется и другое специализированное оборудование, в том числе:

- твердомер ультразвуковой ТКМ-459С;
- толщиномер ультразвуковой ТЭМП-УТ1;
- портативный анализатор Delta Professional на базе рентгеновской трубки с Rh анодом;
- фотоаппарат-микроскоп X-Loupe A500;
- портативный импульсный коэрцитиметр КИМ-2М;
- структуроскоп МЕТЭК;
- испытательная разрывная машина ИР-5057 на 50 кН.

При реализации программы дисциплины используется и другое научно-исследовательское и производственное оборудование: стенд для проведения коррозионных испытаний ПН-16-3; универсальный автоматический коррозиметр Эксперт -004; весы лабораторные электронные НТР-80СЕ; дефектоскоп ультразвуковой А1212; толщиномер ультразвуковой А1208; спектрометр оптико-эмиссионный РМ1-MASTER; твердомер ТДМ-2; разрывная машина МТС 65/G; маятниковый копер Resil 300 СН-Е/30А.

Аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Промежуточный контроль знаний студентов осуществляется с помощью контролирующей программы, разработанной в среде АИССТ по тестам контроля качества усвоения дисциплины.