

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.29 Химическое сопротивление и защита от коррозии»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

(код и наименование направления подготовки)

Машины и аппараты поточных технологических линий

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Год набора 2024

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.29 Химическое сопротивление и защита от коррозии» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

наименование кафедры

протокол № 6 от "29" 02 2024.

Заведующий кафедрой

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

наименование кафедры



С.П. Василевская

расшифровка подписи

Исполнители:

Профессор кафедры МАХПП

должность



В.М. Кушнарэнко

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

код наименование

личная подпись



С.П. Василевская

расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

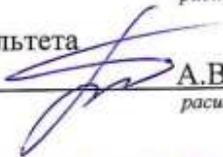
личная подпись

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись



А.В. Берестова

расшифровка подписи

№ регистрации \_\_\_\_\_

## 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 базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1-В-1 Знает основные естественнонаучные закономерности в профессиональной сфере ОПК-1-В-3 Решает задачи профессиональной деятельности с использованием естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	<b>Знать:</b> основные естественнонаучные закономерности в профессиональной области химического сопротивления материалов и защиты от коррозии машин и аппаратов поточных технологических линий. <b>Уметь:</b> ориентироваться в современных инженерно-технических разработках в области коррозии и защиты от коррозии машин и аппаратов поточных технологических линий. <b>Владеть:</b> навыками и приемами решения задач профессиональной деятельности в области химического сопротивления материалов и защиты от коррозии машин и аппаратов поточных технологических линий с использованием естественнонаучных и

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.
ОПК-12 Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации	ОПК-12-В-1 Формулирует требования повышения надежности технологических машин и оборудования ОПК-12-В-2 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации технологических машин и оборудования	<b>Знать:</b> современные методы повышения надежности технологических машин и оборудования. <b>Уметь:</b> решать стандартные задачи по повышению надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации. <b>Владеть:</b> навыками и приемами оценки эффективности методов повышения надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации.

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	5 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>11.5</b>	<b>11.5</b>
Лекции (Л)	6	6
Практические занятия (ПЗ)	4	4
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0.5	0.5
<b>Самостоятельная работа:</b> - выполнение контрольной работы (КонтрР); - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - написание реферата (Р); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - изучение разделов курса в системе электронного обучения; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	<b>96.5</b> +	<b>96.5</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>экзамен</b>	

## Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Коррозия металлов в электролитических средах	17,5	1	0,5	16	
2	Коррозия металлов в газовых средах	17,5	1	0,5	16	
3	Коррозия металлов с водородной деполяризацией и биокоррозия	17,5	1	0,5	16	
4	Атмосферная и почвенная коррозия	17,5	1	0,5	16	
5	Коррозионная стойкость металлов и сплавов	19	1	1	17	
6	Методы защиты от коррозии	19	1	1	17	
	Итого:	108	6	4	98	
	Всего:	108	6	4	98	

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

#### Раздел 1. 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. 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. Зависимость скорости электродного 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 окислирование 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.

#### Раздел 2. 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 3. Коррозия металлов с водородной деполяризацией и биокоррозия.**

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.

Особенности биокоррозии. 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 нефтепромышленного оборудования от микробиологической коррозии. Физические и химические методы борьбы с микробиологической коррозией. Бактерициды и бактериостаты, требования к ним и особенности их применения.

### **Раздел 4. Атмосферная и почвенная коррозия.**

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. 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.

## **Раздел 5. 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, расслаивающая 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 6. Методы защиты от коррозии.**

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 хромосодержащие 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.

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.

### 4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1-3	Коррозия металлов в электролитических и газовых средах и биокоррозия	1,5
2	4	Атмосферная и почвенная коррозия	0,5
3	5	Коррозионная стойкость металлов и сплавов	1
4	6	Методы защиты от коррозии	1
		Итого:	4

#### 4.4 Контрольная работа (5 семестр)

Тема 1 Коррозия металлов в электролитических средах.

Тема 2 Коррозия металлов в газовых средах.

Тема 3 Коррозия металлов с водородной деполяризацией.

Тема 4 Биокоррозия.

Тема 5 Атмосферная коррозия.

Тема 6 Почвенная коррозия.

Тема 7 Коррозионная стойкость металлов и сплавов.

Тема 8 Методы защиты от коррозии

#### 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

##### 5.1 Основная литература

5.1.1 Кушнаренко, В.М. Коррозия и защита изделий и конструкций: учебное пособие / В.М. Кушнаренко, Е.В. Пояркова, Ю.А. Чирков, Е.В. Кушнаренко; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2022. – 313 с. - Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/180260\\_20221227.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/180260_20221227.pdf) - ISBN 978-5-7410-2941-1.

5.1.2 Физическая природа разрушения : учебное пособие / В. М. Кушнаренко [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. Кушнаренко [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-X. - Т. 2 : Диагностика и защита от коррозии под напряжением нефтегазопромышленного 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 Акользин, П.А. Коррозия и защита металла теплоэнергетического оборудования / П.А. Акользин. - М. : Энергоиздат, 1982. - 304 с. : ил. - Библиогр.: с. 297-301.

5.2.6 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.

5.2.7 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", 2018. – № 1-12, 2019. – № 1-12, 2020. – № 1-12, 2021. – № 1-12, 2022. – № 1-12, 2023. – № 1-12.

5.3.2 Прочность конструкций и материалов : реферативный журнал. – М. : ВИНТИ, 2018. – № 1-12, 2019. – № 1-12, 2020. – № 1-12, 2021. – № 1-12, 2022. – № 1-12, 2023. – № 1-12.

5.3.3. Практика противокоррозионной защиты : журнал. - М. : Ассоциация КАРТЭК, 2018. – № 1-12, 2019. – № 1-12, 2020. – № 1-12, 2021. – № 1-12, 2022. – № 1-12, 2023. – № 1-12.

5.3.4 Заводская лаборатория. Диагностика материалов : журнал. – М. : Агентство "Роспечать", 2018. – № 1-12, 2019. – № 1-12, 2020. – № 1-12, 2021. – № 1-12, 2022. – № 1-12, 2023. – № 1-12.

5.3.5 Физика металлов и металловедение : журнал. – М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2018. – № 1-6, 2019. – № 1-6, 2020. – № 1-6.

5.3.6 Наука и техника : журнал. – Минск : БНТУ, 2018. – № 1-6, 2019. – № 1-6, 2020. – № 1-6, 2021. – № 1-6, 2022. – № 1-6, 2023. – № 1-6.

5.3.7 Приборы и техника эксперимента : журнал. – М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2018. – № 1-6, 2019. – № 1-6, 2020. – № 1-6, 2021. – № 1-6, 2022. – № 1-6, 2023. – № 1-6.

5.3.8 Металловедение и термическая обработка металлов : журнал. – М. : Агентство "Роспечать", 2018. – № 1-6, 2020. – № 1-6, 2021. – № 1-6, 2022. – № 1-6. 5.3.9 Нефтегазовое дело : журнал. - Уфа : УГНТУ, 2017. - Т. 15, № 1.

5.3.10 Дефектоскопия : журнал. - Москва : АПР, 2018. – № 1-6, 2019. – № 1-6, 2020. – № 1-6, 2021. – № 1-6, 2022. – № 1-6, 2023. – № 1-6.

5.3.11 Контроль. Диагностика : журнал. – Москва : Агентство " 2018. – № 1-12, 2019. – № 1-12, 2020. – № 1-12, 2021. – № 1-12, 2022. – № 1-12, 2023. – № 1-12.

5.3.12 Справочник. Инженерный журнал : журнал. – Москва : Агентство "Роспечать", 2018. – № 1-6, 2019. – № 1-6, 2020. – № 1-6, 2021. – № 1-6, 2022. – № 1-6, 2023. – № 1-6.

5.3.13 Приложение к журналу "Справочник. Инженерный журнал" : журнал. – Москва : Агентство "Роспечать", 2019. – № 1-6, 2020. – № 1-6, 2021. – № 1-6, 2022. – № 1-6, 2023. – № 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 РЕД ОС

5.5.2 Пакет офисных приложений LibreOffice – свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

5.5.3 Программная система для организации видео-конференц-связи MTS Link.

5.5.4 Яндекс. Браузер - браузер, созданный компанией «Яндекс» на основе движка (бесплатная версия) Режим доступа: <https://browser.yandex.ru>.

5.5.5 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>.

5.5.6 <http://edu.garant.ru/garant/study/> - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей

5.5.7 Консультант Плюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992-2024]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserv1\!CONSULT\cons.exe>.

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения занятий по дисциплине «Химическое сопротивление 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 РМІ-MASTER; твердомер ТДМ-2; разрывная машина МТS 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.