

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Материаловедения, сварочных и аддитивных технологий»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №5 от 21 января 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ ОТ КОРРОЗИИ»

Направление: 15.04.01 Машиностроение

Цифровые, аддитивные технологии в сварочном производстве

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Анциферова Анна
Владимировна
Дата подписания: 05.07.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Балановский Андрей
Евгеньевич
Дата подписания: 09.07.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Защита металлов от коррозии» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-2 Способность организовать сбор, изучение научно-технической информации по теме исследований и разработок; осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений; проведение исследований и разработок	ПК-2.9

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-2.9	Выполняет сбор, изучение научно-технической информации по использованию методов предупреждения повреждений сварных конструкций и их защиты от коррозии	Знать виды и механизмы коррозионных процессов Уметь оценивать степень повреждений конструкций и контролировать их коррозионное состояние; подбирать способы антикоррозионной защиты металлоизделий Владеть методами предупреждения повреждений сварных конструкций и оценивать качество сварного шва на стойкость к коррозии

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Защита металлов от коррозии» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Металловедение и ТО сварных соединений», «Влияние структуры на свойства сварных соединений»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Диагностика и обеспечение качества сварных соединений», «Ремонт и восстановление оборудования»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 2 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия, в том числе:	24	24
лекции	12	12
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	12	12

Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	48	48
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение. Коррозия сварных конструкций	1	1			1	1			Устный опрос
2	Классификация коррозионных процессов	2	2			2	2	3, 6	12	Тест
3	Теории химической и электрохимическо й коррозии	3	2			3, 4	2			Тест
4	Коррозионностой кие материалы	4	2			5	1			Устный опрос
5	Методы антикоррозионно й защиты металлоизделий	5	2			6	2	2	10	Устный опрос
6	Защитные покрытия, способы их нанесения	6	1			7	2			Тест
7	Защита сварных соединений от коррозии	7	1			8	2	4	7	Устный опрос
8	Контроль и мониторинг коррозионного состояния сварных конструкций	8	1					1, 5	19	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		12				12		48	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Коррозия	Коррозия металла, коррозионный процесс,

	сварных конструкций	коррозия сварных конструкций, её причины; разрушение, виды коррозии сварных соединений, примеры сварных швов из различных материалов, коррозионная стойкость, коррозионная усталость металлов
2	Классификация коррозионных процессов	Факторы и типы коррозионных процессов, механизм коррозионного процесса, виды оксидных пленок и законы их роста; газовая и жидкостная коррозия, специфические виды коррозии, биокоррозия, питтинговая коррозия, коррозионное растрескивание под напряжением, фреттинг-коррозия
3	Теории химической и электрохимической коррозии	Механизм протекания химической и электрохимической коррозий, схема электрохимического коррозионного процесса, коррозия с кислородной и водородной деполяризацией, катодные процессы, процесс ионизации, кинетика коррозионных процессов, поляризация
4	Коррозионностойкие материалы	Металлы и неметаллы повышенной коррозионной стойкости, жаростойкость материалов, легирование сталей, агрессивность среды, примеры марок коррозионностойких сталей и сплавов, их применение, кортеновская сталь
5	Методы антикоррозионной защиты металлоизделий	Комплекс мер по защите от коррозии, методы борьбы с коррозией, ингибиторы коррозии, защитные водовытесняющие составы, анодная и катодная защита, металлизация, обработка коррозионной среды, протекторная защита, ингибиторная защита
6	Защитные покрытия, способы их нанесения	Металлические покрытия, примеры анодных и катодных покрытий, цинкование, плакирование, гальванический способ, неметаллические органические и неорганические покрытия, лакокрасочные и полимерные покрытия, гуммирование, оксалатирование, воронение, пассивирование, эмалирование, способы нанесения покрытий
7	Защита сварных соединений от коррозии	Способы защиты сварного шва от преждевременной коррозии, цинкование, лужение, грунтование, анодирование, сварочная химия, противокоррозионные покрытия сварных соединений
8	Контроль и мониторинг коррозионного состояния сварных конструкций	Работоспособность конструкций, мероприятия технического диагностирования методы неразрушающего контроля: визуальный осмотр, дефектоскопия, капиллярный контроль; оценка стойкости сварных соединений, профилографический метод, потенциометрический метод

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет скорости коррозии стали	1
2	Исследование коррозионного процесса	2
3	Электрохимическое исследование поведения металлов в растворах	1
4	Химическое исследование поведения металлов в растворах	1
5	Определение жаростойкости металлов и сплавов на воздухе	1
6	Методы защиты металлов от коррозии	2
7	Нанесение лакокрасочных покрытий	2
8	Методы защиты сварных соединений	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Итоговый тест	7
2	Подготовка к зачёту	10
3	Подготовка к практическим занятиям	6
4	Подготовка презентаций	7
5	Проработка разделов теоретического материала	12
6	Тестирование по разделам дисциплин	6

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: дискуссия

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

При подготовке к практическому занятию следует ознакомиться с методическими указаниями по выполнению практических занятий. Работа оформляется в виде отчета в соответствии с требованиями методических указаний по выполнению практического задания и требованиями стандарта СТО ИРНИТУ «027-2021 Система менеджмента качества».

Требования к отчету для каждого практического задания: отчет должен содержать цель; основные определения; схемы процессов; расчетную или экспериментальную часть; основные выводы по работе; ответы на вопросы и выполненные задания.

Перечень практических занятий:

Практическое занятие № 1

«Расчет скорости коррозии стали»

Цель: изучить процесс коррозии углеродистой стали и причины ее возникновения.

Задание: ознакомиться с основными понятиями, рассчитать массовый и глубинный показатели коррозии, сравнить скорость коррозии металлов в зависимости от условий и предложить объяснение этих различий в виде выводов. Оценить коррозию по 10-ти бальной шкале коррозионной стойкости металлов. Ответить на вопросы и выполнить задачи.

Практическое занятие № 2

«Исследование коррозионного процесса»

Цель: ознакомиться с классификацией коррозионных процессов в зависимости от механизма их протекания; провести анализ причин возникновения коррозионных процессов.

Задание. Определить вид коррозии, протекающий в данном случае; объяснить происходящие изменения соответствующими схемами и уравнениями реакций.

Практическое занятие № 3.1

«Электрохимическое исследование поведения металлов в растворах»

Цель: познакомиться с электрохимическими методами исследования коррозионной стойкости металлов; приобрести практические навыки построения коррозионных диаграмм; рассчитать основные количественные показатели коррозии.

Задание. Собрать установку, произвести расчет силы коррозионного тока и весового показателя коррозии. Проанализировать полученные данные и сформулировать выводы.

Практическое занятие № 3.2

«Химическое исследование поведения металлов в растворах»

Цель: выполнить эксперименты по изучению химической коррозии металлов; закрепить теоретические знания процессов химической коррозии металлов.

Задание: индивидуальное для каждого опыта.

Оборудование и реагенты для выполнения работы: растворы сульфата и хлорида меди, гидроксида натрия, серная и хлороводородная кислоты, растворы красной кровяной соли и бихромата калия, полоски меди, цинка, железа и алюминия, пробирки, химические стаканы.

Практическое занятие № 4

«Определение жаростойкости металлов и сплавов на воздухе»

Цель: познакомиться с методом определения жаростойкости сталей, рассчитать средний показатель коррозии.

Задание. Провести сравнительные испытания образцов. Определить жаростойкость металлов и их сплавов с компонентом, повышающим жаростойкость (железа, хромистой или кремнистой стали, меди и латуни; никеля и нихрома) на воздухе при заданной температуре, пользуясь весовым методом.

Практическое занятие № 5

«Методы защиты металлов от коррозии»

Цель: изучить методы защиты металлических материалов от коррозии; провести анализ причин возникновения коррозии и предложить способы предотвращения этого процесса.

Задание. Ознакомиться с теоретическими сведениями и ответить на вопросы и выполнить

задания.

Практическое занятие № 6

«Нанесение лакокрасочных покрытий»

Цель: ознакомиться с методами нанесения защитных покрытий, провести опытные исследования и выявить влияние защитных свойств покрытий. Выполнить задания для каждого опыта.

Задание: индивидуальное для каждого опыта.

Практическое занятие № 7

«Методы защиты сварных соединений»

Цель. Определить влияние содержания хрома в стали на коррозионную стойкость сварного шва.

Задание. По табличным данным построить график зависимости содержания Cr (масс. %) в сварном шве от его стойкости. Сделать выводы по графику и описать происходящие процессы. Ответить на вопросы.

При подготовке к защите отчета рекомендуется ответить на вопросы и выполнить задания.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Проработка отдельных разделов теоретического курса

Самостоятельное изучение разделов курса производится с использованием литературных источников и интернет-ресурсов. Студент может выбрать одну или несколько из предложенных тем. Самостоятельно проводит поиск литературных и электронных источников информации. Подобранный материал подготавливается в форме конспекта для проверки.

В конспекте должно быть представлено подробное описание, приведены соответствующие примеры процессов коррозии, способы и методы предотвращения коррозии различных материалов. Отражено для чего используют результаты коррозионных исследований и что они позволяют произвести. Перечислить различные методы оценки коррозионных процессов. Описать основные положения коррозии различных металлов и сплавов, также способы противокоррозионной защиты в применении к конкретной ситуации.

Для самостоятельного изучения предлагаются следующие темы:

1. Защита от коррозии воздействием на металл. Коррозионное легирование.
2. Ингибиторы коррозии и антикоррозионные средства.
3. Защита от коррозии обработкой коррозионной среды.
4. Основные типы конструкционных материалов, заменяющих металлы в агрессивных средах.
5. Освинцевание. Хромирование. Кадминирование.
6. Серебрение. Золочение.
7. Алюминирование. Эмалирование.
8. Меднение. Бронзирование. Латунирование.
9. Горячее и холодное цинкование. Электролитическое цинкование.
10. Коррозия алюминиевых сплавов и применяемые способы защиты.
11. Коррозия магниевых сплавов и применяемые способы защиты.
12. Коррозия титановых сплавов и применяемые способы защиты.
13. Коррозия медных сплавов и применяемые способы защиты.
14. Коррозия никеля и применяемые способы защиты.

15. Коррозия нержавеющей стали.
16. Коррозия, возникающая при различных видах сварки.
17. Защита от высокотемпературной коррозии.
18. Коррозионная кавитация. Коррозия при трении.
19. Контактная и термоконтактная коррозия. Описание, примеры, способы предотвращения и борьбы.
20. Коррозионное разрушение композиционных материалов и способы борьбы с этим явлением.

Подготовка к практическим занятиям

Практические занятия составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов, имеют навык лучшего закрепления материала. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений, которые студент узнает на лекциях, и формирование учебных и профессиональных практических умений и компетенций.

Подготовка презентации

По выбранной теме изучить теоретический материал и представить его в виде презентации. Тема должна быть полностью раскрыта, приведено подробное описание, конкретные примеры. Студент делает краткий доклад-выступление на 10-15 мин. Представление презентации осуществляется с обсуждением основных положений по теме. В конце доклада студенту задаются вопросы по прослушенной теме, на которые он должен ответить. При оценке доклада не только учитывается представление работы, но и её содержание, также ответы на вопросы.

Подготовка к тестированию

Текущий контроль знаний проводится в форме тестирования по отдельному разделу курса. Для подготовки к тестам рекомендуется использовать конспект лекций, материалы практических занятий и рекомендуемую литературу из основного и дополнительного списков.

Выполнение итогового теста

Задание студент берет согласно своему варианту, выданному преподавателем. Приступить к выполнению итогового задания студент может только после сданных практических работ и успешного прохождения тестов. На итоговое задание отводится определенное время, в течение которого оно должно быть сдано. Задание, не выполненное в срок, приниматься не будет.

Пример итогового теста:

1. В каких из перечисленных коррозионных гальванических элементов катодный процесс будет протекать с водородной деполяризацией:

а) $\text{Mg} | \text{H}_2\text{O} | \text{Cu}$

б) $\text{Sn} | \text{H}_2\text{O}, \text{O}_2 | \text{Cu}$

в) $\text{Cd} | \text{HCl}, \text{H}_2\text{O} | \text{Ag}$

г) $\text{Fe} | \text{HCl} | \text{Ni}$

2. В три пробирки, заполненные водой и насыщенные кислородом, поместили железные гвозди, к которым были присоединены проволоки из цинка, свинца и меди. В какой из пробирок коррозия пройдет быстрее всего, в какой корродировать будет проволока?

Подготовка к зачету

Для подготовки к зачету необходимо предварительно ознакомиться с перечнем вопросов, которые преподаватель сообщает студентам заранее. Подготовка заключается в повторении теоретического и практического материала. Условием допуска к зачету является выполнение итогового задания. Зачет проводится в устной форме.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

в ходе устной беседы преподавателя со студентом определяется уровень знаний по данной теме.

Пример задания: вопросы по ПЗ «Исследование коррозионного процесса»

1. Опишите внешние и внутренние факторы коррозионных процессов.
2. Назовите виды коррозии в зависимости от типа агрессивности среды.
3. Как влияет оксид углерода на скорость коррозии сталей?
4. Какая причина является основной при возникновении коррозии металлов в атмосфере.
5. Назовите примеры специфических видов коррозии.
6. Вследствие чего образуется питтинговая коррозия?
7. При каких условиях возникает коррозионное растрескивание под напряжением.

Критерии оценивания.

при правильном и грамотном ответе на все вопросы магистрант получает допуск к зачету

6.1.2 семестр 3 | Тест

Описание процедуры.

студенту на выполнение теста дается определенное время, нужно выбрать один правильный ответ.

Пример теста:

1. Что не относится к неметаллическим неорганическим защитным покрытиям:
 - о полимерные пленки
 - о оксиды металлов
 - о лакокрасочные покрытия
 - о пластмасса
2. Процесс нанесения на поверхность сварной конструкции защитного оксидного покрытия толщиной от 1-14 мкм называется...
 - о верны все варианты

- о воронение
- о оксидирование
- о чернение

3. Какие защитные покрытия можно использовать для защиты сварных конструкций от коррозии:

- о лаки
- о эмали
- о некоторые металлы
- о все из перечисленных

4. Выберите способ очистки налипших на поверхность металлических деталей мелких частиц различного происхождения:

- о струйная абразивная очистка сжатым воздухом
- о магнитно-импульсная очистка
- о гидроструйная очистка под давлением
- о ультразвуковая очистка

5. Процесс нанесения на металлическую конструкцию резиновых или пластмассовых покрытий называется:

- о футеровкой
- о гуммированием
- о плакированием
- о алитированием

Критерии оценки:

Критерии оценивания.

тест считается сданным при правильных ответах на более 70% вопросов и студент получает допуск к зачету

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-2.9	зачет	промежуточные тесты и задания

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет проходит в виде собеседования преподавателя со студентом. Студент отвечает на устные вопросы.

Вопросы для зачета:

1. Перечислите показатели коррозии и требования к коррозионной устойчивости сварных соединений.
2. Что называется коррозией и какие виды коррозии сварных конструкций существуют?
3. Какие существуют виды классификаций коррозионных процессов?
4. Что называется химической коррозией сварных конструкций? На какие виды она подразделяется?
5. Назовите основные факторы, оказывающие влияние на межкристаллитную коррозию сварных швов?
6. Что называется электрохимической коррозией? Какова причина возникновения электрохимической коррозии?
7. Что называется деполяризатором катодного процесса электрохимической коррозии? В каких условиях она протекает наиболее интенсивно?
8. Назовите внутренние и внешние факторы, влияющие на коррозию сварного изделия.
9. От каких факторов зависит скорость коррозии сварного шва?
10. Каков механизм электрохимической защиты металлов от коррозии?
11. Что называется протекторной защитой? Какие металлы можно использовать в качестве протекторов по отношению к стальным конструкциям?
12. В чем состоит принципиальное различие между анодными и катодными покрытиями?
13. Назовите основные виды металлических покрытий сварных конструкций.
14. Дайте характеристику достоинств и недостатков лакокрасочных покрытий.
15. Какие покрытия на сварных конструкциях относятся к неметаллическим неорганическим?
16. Какие вещества называют ингибиторами коррозии? Возможна протекторная защита сварного шва?
17. Какие химические средства используются для защиты сварных соединений?
18. Что такое кислородная и водородная деполяризация?
19. Перечислите известные методы защиты сварных соединений от коррозии. Чем следует руководствоваться при их выборе?
20. Какие существуют способы нанесения защитных покрытий?
21. Назовите коррозионностойкие металлические и неметаллические материалы?
22. Металлические анодные защитные покрытия.
23. Металлические катодные защитные покрытия.
24. Неметаллические неорганические защитные покрытия металлоконструкций.
25. Неметаллические органические защитные покрытия
26. Электрохимическая защита от коррозии. Принципы защиты.
27. Защита металлов от коррозии. Оксидирование и фосфатирование металлических изделий.
28. Поясните, что такое коррозионная стойкость, усталость и хрупкость.
29. Коррозионное легирование. Лужение и цинкование сталей.
30. Перечислите меры, подтверждающие повреждения сварных конструкций?

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Студент в полной мере освоил программный материал, логически и	Студент не знает основных положений курса, либо не понимает значительной

технически грамотно с полным пониманием существа вопроса. Демонстрирует понимание и усвоение материала в правильных ответах при видоизменении вопроса, умеет правильно обосновать принятые решения.	части программного материала, допускает существенные ошибки при ответах.
--	---

7 Основная учебная литература

1. Баранов А. Н. Защита металлов от коррозии : учебное пособие по дисциплине "Коррозия и защита металлов" для технических вузов / А. Н. Баранов, Б. Н. Михайлов, 2012. - 151.
2. Защита металлов от коррозии : методические указания для выполнения самостоятельных работ студентов / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, Ин-т металлургии и хим. технологии им. С. Б. Леонова, Каф. металлургии цв. металлов, 2015. - 10.
3. Защита металлов от коррозии обработкой коррозионной среды [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению практических работ / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 20.
4. Кузьмина М. Ю. Защита металлов от коррозии покрытиями [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. Ю. Кузьмина, 2021. - 216.
5. Гусева Е. А. Защита металлов от коррозии : электронный курс / Е. А. Гусева, 2023

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Баранов А. Н. Защита металлов от коррозии : учеб. пособие по дисциплине "Коррозия и защита металлов" для металлург., хим. и машиностроит. направлений подгот. высш. проф. образования / А. Н. Баранов, Б. Н. Михайлов, 2004. - 156.
2. Кочергин Вениамин Павлович. Защита металлов от коррозии в ионных расплавах и растворах электролитов / Вениамин Павлович Кочергин, 1991. - 304.
3. Михайлов Б. Н. Защита металлов от коррозии : учебное пособие / Б. Н. Михайлов, 2007. - 151.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Свободно распространяемое программное обеспечение 1. Microsoft Windows (Подписка DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years). Сублицензионный договор №14527/МОС2957 от 18.08.16г.) 2. Microsoft Office

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 1. 1158 Микроскоп МИМ-7
2. экран Draper 178*178
3. 1150 Микроскоп МИМ-8м
4. Стол лабораторный
5. Печь муфельная ПМ-8 (6.5л,550-900С)
6. Электropечь муфельная ЭКПС-10 СНОЛ