

Рабочая программа утверждена
решением Учёного совета
ВФ НИТУ «МИСИС»
от «30» мая 2024г.
протокол № 7-24

Рабочая программа дисциплины (модуля) **Коррозия и защита металлов**

| | |
|-------------------------|---|
| Закреплена за кафедрой | Электрометаллургии |
| Направление подготовки | 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов |
| Профиль | Материаловедение и технологии новых материалов |
| Квалификация | бакалавр |
| Форма обучения | очная |
| Общая трудоемкость | 6 ЗЕТ |
| Часов по учебному плану | 216 |
| в том числе: | Формы контроля в семестрах: |
| аудиторные занятия | зачет с оценкой 6, 7 |
| самостоятельная работа | 90 |
| | 122 |

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>,<Семестр на курсе>) | 6 (3.2) | | 7 (4.1) | | Итого | |
|---|---------|-----|---------|-----|-------|-----|
| | уп | рп | уп | рп | | |
| Неделя | 19 | | 19 | | | |
| Вид занятий | уп | рп | уп | рп | уп | рп |
| Лекции | 18 | 18 | 18 | 18 | 36 | 36 |
| Практические | 36 | 36 | 18 | 18 | 54 | 54 |
| Контроль самостоятельной работы | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 |
| В том числе в форме практ. подготовки | 22 | 22 | 18 | 18 | 40 | 40 |
| Итого ауд. | 54 | 54 | 36 | 36 | 90 | 90 |
| Контактная работа | 56 | 56 | 38 | 38 | 94 | 94 |
| Сам. работа | 52 | 52 | 70 | 70 | 122 | 122 |
| Итого | 108 | 108 | 108 | 108 | 216 | 216 |

Программу составил(и):

кфмн, Доцент, Пустов Юрий Александрович

Рабочая программа

Коррозия и защита металлов

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, МиТМ-24.plx Материаловедение и технологии новых материалов, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСИС" 28.12.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электromеталлургии

Протокол от 27.05.2024 г., № 9

Зав. кафедрой Еланский Д.Г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

| | |
|------|---|
| 1.1 | Цель: научить применению физико-химических закономерностей процессов коррозии металлических материалов для распознавания, диагностики и прогнозирования общей и локальной коррозии изделий из этих материалов, обоснованному выбору и применению методов и средств эффективной защиты от коррозии, направленных на повышение эксплуатационной надежности и долговечности изделий. |
| 1.2 | Задачи освоения дисциплины - научить |
| 1.3 | проводить расчет скорости коррозионного процесса с помощью показателей коррозии; |
| 1.4 | проводить расчет термодинамической возможности коррозионных процессов; |
| 1.5 | выполнять расчет обратимых электродных потенциалов металлов; |
| 1.6 | выполнять расчет поляризации электродов работающей коррозионной пары; |
| 1.7 | проводить аналитический и графический расчет электрохимической коррозии металлов; |
| 1.8 | определять контролируемую стадию коррозионного процесса; |
| 1.9 | применять на практике принципы повышения коррозионной стойкости металлов и сплавов на основе повышения их пассивируемости; |
| 1.10 | проводить расчеты защитной способности термических оксидных пленок на металлах; |
| 1.11 | проводить расчеты кинетических закономерностей процессов газовой коррозии; |
| 1.12 | применять на практике принципы повышения устойчивости металлов и сплавов к газовой коррозии. |
| 1.13 | применять стандарты, устанавливающие требования к организации, составу и порядку выполнения работ для проведения коррозионных обследований объектов; |
| 1.14 | использовать данные о составе, структуре, электрохимических характеристиках сплавов для диагностики их склонности к локальным видам коррозионных разрушений; |
| 1.15 | проводить экспертную оценку причин коррозионных отказов применительно к конкретным сплавам и условиям эксплуатации металлопродукции; |
| 1.16 | применять методы неразрушающего контроля коррозионного состояния металлических материалов и изделий из них в зависимости от характера и степени развития коррозионного процесса; |
| 1.17 | использовать на практике приборы и оборудование для прогнозирования безотказной работы объектов на основе результатов коррозионных обследований. |

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| | |
|-------------------|---|
| Цикл (раздел) ОП: | Б1.В |
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: |
| 2.1.1 | Механические свойства материалов |
| 2.1.2 | Математика |
| 2.1.3 | Физическая химия |
| 2.1.4 | Материаловедение |
| 2.1.5 | Физика |
| 2.1.6 | Химия |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: |
| 2.2.1 | Научно-исследовательская работа |
| 2.2.2 | Специальные стали и сплавы |
| 2.2.3 | Производство специальных сталей |

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен к выбору методов и средств испытаний и исследований изделий, изготовленных в несложных процессах термического производства

ПК-1.2: Применяет знания об основных типах современных материалов, принципах их выбора для заданных условий эксплуатации

Знать:

ПК-1.2-31 основные типы современных материалов;

ПК-1.2-32 основные методы и средства эффективной защиты от коррозии;

ПК-1.2-33 принципы повышения устойчивости металлов и сплавов к коррозии

| УК-6: Способен управлять своим временем, осознавать необходимость, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни | | | | | | |
|--|--|----------------|-------|-------------|--------------------------|------------|
| УК-6.1: Адекватно оценивает временные ресурсы и ограничения и эффективно использует эти ресурсы | | | | | | |
| Знать: | | | | | | |
| УК-6.1-З1 свои способности и возможности | | | | | | |
| ПК-1: Способен к выбору методов и средств испытаний и исследований изделий, изготовленных в несложных процессах термического производства | | | | | | |
| ПК-1.2: Применяет знания об основных типах современных материалов, принципах их выбора для заданных условий эксплуатации | | | | | | |
| Уметь: | | | | | | |
| ПК-1.2-У3 определять физические, химические, механические свойства с помощью самых современных видов испытаний | | | | | | |
| ПК-1.2-У1 выбирать материалы и технологии для решения задач профессиональной деятельности; | | | | | | |
| ПК-1.2-У2 выбирать материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности; | | | | | | |
| УК-6: Способен управлять своим временем, осознавать необходимость, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни | | | | | | |
| УК-6.1: Адекватно оценивает временные ресурсы и ограничения и эффективно использует эти ресурсы | | | | | | |
| Уметь: | | | | | | |
| УК-6.1-У1 выстраивать свою траекторию саморазвития | | | | | | |
| ПК-1: Способен к выбору методов и средств испытаний и исследований изделий, изготовленных в несложных процессах термического производства | | | | | | |
| ПК-1.2: Применяет знания об основных типах современных материалов, принципах их выбора для заданных условий эксплуатации | | | | | | |
| Владеть: | | | | | | |
| ПК-1.2-В2 методами неразрушающего контроля коррозионного состояния металлических материалов и изделий из них в зависимости от характера и степени развития коррозионного процесса; | | | | | | |
| ПК-1.2-В3 навыками использования самых современных методов структурного анализа и определения физических и физико-механических свойств материалов, техники проведения эксперимента и статистической обработки материалов | | | | | | |
| УК-6: Способен управлять своим временем, осознавать необходимость, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни | | | | | | |
| УК-6.1: Адекватно оценивает временные ресурсы и ограничения и эффективно использует эти ресурсы | | | | | | |
| Владеть: | | | | | | |
| УК-6.1-В1 возможностями при реализации идей в профессиональной деятельности | | | | | | |
| ПК-1: Способен к выбору методов и средств испытаний и исследований изделий, изготовленных в несложных процессах термического производства | | | | | | |
| ПК-1.2: Применяет знания об основных типах современных материалов, принципах их выбора для заданных условий эксплуатации | | | | | | |
| Владеть: | | | | | | |
| ПК-1.2-В1 принципами выбора материалов для элементов конструкций и оборудования; | | | | | | |
| 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ | | | | | | |
| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература и эл. ресурсы | Примечание |
| | Раздел 1. Основы теории электрохимической коррозии металлов и сплавов | | | | | |
| 1.1 | Определение термина «коррозия металла». Значение коррозии и защиты металлов для народного хозяйства. Задачи и научные основы курса. Классификация коррозионных процессов и видов коррозии. /Лек/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 | |

| | | | | | | |
|------|---|---|----|--------|-------------------|--|
| 1.2 | Термодинамика и механизм электрохимической коррозии металлов. Обратимые и необратимые потенциалы металлов. /Лек/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 | |
| 1.3 | Пассивность металла. Пассиваторы и активаторы. Теории пассивности металлов и значение пассивности металлов для защиты металлов. /Лек/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 | |
| 1.4 | Термодинамика и кинетика коррозии металлов с водородной и кислородной деполяризацией. /Лек/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 | |
| 1.5 | Расчет показателей скорости коррозии /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 1.6 | Расчет обратимых электродных потенциалов металлов по уравнению Нернста /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 1.7 | Расчет термодинамической возможности электрохимической коррозии металлов /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 1.8 | Использование поляризационных коррозионных диаграмм для прогнозирования скорости коррозии металлов /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 1.9 | Аналитический расчет коррозионного процесса /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 1.10 | Графический расчет коррозионного процесса. Контролирующий фактор коррозии /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 1.11 | Выбор и расчет состава коррозионностойкого сплава /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 1.12 | Выбор метода обескислороживания коррозионной среды для уменьшения ее агрессивности /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 1.13 | Расчет параметров режима нанесения и толщины защитных покрытий /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 1.14 | Расчет параметров электрохимической защиты /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 1.15 | Расчетно-графические работы, смешанное обучение /Ср/ | 6 | 20 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 | |
| | Раздел 2. Методы защиты металлов от электрохимической коррозии | | | | | |
| 2.1 | Принципы и методы защиты металлов от электрохимической коррозии /Лек/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 2.2 | Расчет эффективности ингибиторной защиты /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 2.3 | Расчетно-графические работы, смешанное обучение /Ср/ | 6 | 15 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 | |
| | Раздел 3. Основы теории газовой коррозии металлов и сплавов | | | | | |
| 3.1 | Газовая коррозия как совокупность физико-химических процессов. Термодинамическая возможность и механизм высокотемпературного окисления металлов. Адсорбция газов на металлах. Оксидные пленки: классификация, условие сплошности, причины разрушения. /Лек/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 3.2 | Кинетические закономерности процессов окисления металлов. Лимитирующие стадии. /Лек/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 | |
| 3.3 | Зависимость скорости окисления металлов от температуры /Лек/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 | |
| 3.4 | Расчет термодинамической возможности газовой коррозии металлов и сплавов в окислительных средах /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |

| | | | | | | |
|-----|--|---|----|--------|-------------------|--|
| 3.5 | Условие сплошности оксидных пленок на металлах, расчет защитной способности /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 3.6 | Расчет кинетических параметров окисления металлов с незащитными оксидными пленками, влияние температуры на скорость окисления /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 3.7 | Расчет кинетических параметров окисления металлов с защитными оксидными пленками, влияние температуры на скорость окисления /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 3.8 | Расчетно-графические работы, смешанное обучение /Ср/ | 6 | 14 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| | Раздел 4. Методы защиты металлов от газовой коррозии | | | | | |
| 4.1 | Принципы и методы защиты металлов от газовой коррозии (жаростойкое легирование, защитные покрытия, защитные атмосферы) /Лек/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 4.2 | Выбор состава жаростойкого сплава для агрессивных сред различного состава и температуры /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 4.3 | Выбор состава покрытия на металлах и метода его нанесения для защиты от газовой коррозии /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 4.4 | Расчет и выбор состава защитной газовой атмосферы для различных металлов и сплавов /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 4.5 | Расчетно-графические работы, смешанное обучение /Ср/ | 6 | 3 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 | |
| | Раздел 5. Основные задачи и требования к проведению диагностики коррозионного состояния металлоконструкций и сооружений. Коррозионный мониторинг, прогнозирование и экспертиза | | | | | |
| 5.1 | Методы и приборы неразрушающего контроля для проведения коррозионного мониторинга /Лек/ | 7 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 5.2 | Электрохимическая гетерогенность поверхности и характер коррозионного разрушения металлов. Классификация коррозионных процессов. /Лек/ | 7 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| | Раздел 6. Диагностика и экспертиза сплошной (общей) коррозии (СК) | | | | | |
| 6.1 | Диагностические признаки, классификация и механизмы сплошной коррозии /Лек/ | 7 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 6.2 | Анализ и обоснование применения методов мониторинга неразрушающего контроля при оценке состояния сварных соединений. Выбор оптимального метода мониторинга в зависимости от предполагаемого характера разрушения. /Пр/ | 7 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 6.3 | Расчетно-графические работы, смешанное обучение /Ср/ | 7 | 6 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 | |
| | Раздел 7. Диагностика и экспертиза меж-кристаллитной коррозии (МКК) | | | | | |
| 7.1 | Определение, диагностические признаки, причины и условия возникновения МКК. Механизмы МКК /Лек/ | 7 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 7.2 | Влияние химического состава и термообработки на склонность к МКК нержавеющей сталей /Лек/ | 7 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |

| | | | | | | |
|---|--|---|----|--------|-------------------|--|
| 7.3 | Анализ причин МКК аустенитных хромоникелевых сталей в рамках теории обеднения Бейна и прогнозирование и коррозионного состояния с учетом развития локальных коррозионных процессов в области границ зерен /Пр/ | 7 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 7.4 | Выбор и обоснование режимов термообработки нержавеющей сталей аустенитного класса для их длительной безаварийной эксплуатации в коррозионно-активных средах /Пр/ | 7 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 7.5 | Расчетно-графические работы, смешанное обучение /Ср/ | 7 | 24 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 | |
| Раздел 8. Диагностика и экспертиза питтин-говой (ПК) и щелевой коррозии (ЩК) | | | | | | |
| 8.1 | Определение, диагностические признаки, причины и условия возникновения ПК и ЩК /Лек/ | 7 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 8.2 | Определение, условия возникновения, диагностические признаки и механизмы КР и ВР /Лек/ | 7 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 8.3 | Анализ влияния концентрации галогенид-иона на устойчивость к ПК аустенитных сталей и обоснование эффективности ингибирующего действия нитрат-иона /Пр/ | 7 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 8.4 | Построение и анализ коррозионных диаграмм в условиях развития щелевой коррозии пассивирующихся и непассивирующихся металлов /Пр/ | 7 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 8.5 | Расчетно-графические работы, смешанное обучение /Ср/ | 7 | 20 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 | |
| Раздел 9. Диагностика и экспертиза коррозионно-механических разрушений металлов (коррозионное и водородное растрескивание (КР и ВР), коррозионная усталость (КУ), кавитационной коррозии (КК)) | | | | | | |
| 9.1 | Определение, условия возникновения, диагностические признаки и механизмы КР и ВР /Лек/ | 7 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 9.2 | Определение, условия возникновения, диагностические признаки и механизмы КУ и КК /Лек/ | 7 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 9.3 | Анализ склонности к межкристаллитному или транскристаллитному КР по микрофотографиям образцов нержавеющей сталей, подверженных испытаниям в агрессивных хлорид-содержащих средах /Пр/ | 7 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 9.4 | Обоснование причин проявления ВР нержавеющей сталей /Пр/ | 7 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 9.5 | Анализ диаграммы Велера при коррозионно-усталостном разрушении металлов. Выбор метода диагностики для идентификации коррозионно-усталостных | 7 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 9.6 | Визуальный метод и измерительный контроль кавитационных поражений. Идентификация зон повреждений и оценка времени развития КК по характеру распространения продуктов коррозии /Пр/ | 7 | 2 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 | |
| 9.7 | Расчетно-графические работы, смешанное обучение /Ср/ | 7 | 20 | ПК-1.2 | Л1.1Л2.1 Э1 Э2 | |

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

1. Дайте определение термина «коррозия металлов».
2. Каковы задачи и научные основы курса «коррозия и защита металлов».
3. Какова роль термодинамики и кинетики в учении о коррозии металлов?
4. Как классифицируются процессы коррозии по механизму протекания?
5. Как классифицируются процессы коррозии по условиям протекания?
6. Как классифицируются процессы коррозии по характеру коррозионного разрушения?
7. Что является первопричиной коррозии металлов?
8. Каковы условия возникновения и механизм образования обратимого электродного потенциала на границе металл-раствор?
9. Перечислите признаки образования обратимого электродного потенциала металла?
10. Что такое «ток обмена» и когда он возникает?
11. Когда на границе металл-раствор возникает необратимый электродный потенциал, каковы его признаки?
12. Каким условием определяется принципиальная возможность или невозможность протекания электрохимической коррозии?
13. Какими могут быть пути протекания электрохимической коррозии металлов? Ответ обосновать.
14. В чем сущность гетерогенной трактовки процессов электрохимической коррозии?
15. Что такое «коррозионные гальванические элементы» (КГЭ) и каковы причины их возникновения? Приведите примеры.
16. Сформулируйте особенности и нарисуйте схему электрохимического коррозионного процесса.
17. Дайте определение поляризации электродных процессов.
18. Следствие чего является поляризация электродных процессов?
19. Изобразите поляризационную диаграмму, иллюстрирующую изменение потенциалов анода и катода гальванического элемента с увеличением протекающего между ними тока.
20. Что является причиной анодной поляризации? Напишите уравнения для расчета величины поляризации анодной процесса.
21. Какие процессы называются деполяризационными? Приведите примеры веществ, являющихся деполяризаторами анодных процессов.
22. Что является причиной катодной поляризации? Напишите уравнения для расчета величины поляризации катодного процесса.
23. В чем заключается аналитический расчет коррозионного процесса?
24. Как проводится графический расчет коррозионного процесса?
25. Что такое пассивность металлов, каковы условия ее возникновения. Приведите примеры веществ-пассиваторов.
26. Сформулируйте основные положения пленочной теории пассивности.
27. Сформулируйте основные положения адсорбционной теории пассивности.
28. Сформулируйте основные положения пленочно-адсорбционной теории пассивности.
29. Что такое перепассивация металлов и в чем ее основная причина?
30. Как влияет характер распределения анодных структурных составляющих на скорость коррозии сплавов?
31. Как влияет характер распределения катодных структурных составляющих на скорость коррозии сплавов?
32. По какой причине и в каком состоянии сплавов (активном, пассивном) проявляется их межкристаллитная коррозия (МКК)? Приведите примеры классов сталей, для которых МКК является характерным видом коррозионного разрушения?
33. Сформулируйте положения известных теорий МКК.
34. Что такое питтинговая коррозия (ПК) и при каких условиях реализуется этот вид коррозионного разрушения?
35. Сформулируйте положения известных теорий ПК.
36. Что такое коррозионное растрескивание и, по каким механизмам может реализовываться этот вид коррозионного разрушения металлов и сплавов?
37. Сформулируйте основные принципы легирования металлов с целью повышения их коррозионной стойкости.
38. Приведите примеры коррозионностойких сталей и сплавов.
39. Какие методы электрохимической защиты вы знаете, сформулируйте их принципы и обоснуйте возможность (невозможность) полной защиты от электрохимической коррозии.
40. Какими способами проводится обработка коррозионной среды с целью уменьшения ее коррозионного воздействия на металл?
41. Что такое газовая коррозия металлов (определение), при каких условиях и в каких средах реализуется? Приведите примеры.
42. Газовая коррозия как совокупность физико-химических процессов, протекающих на границе раздела «металл - газ».
43. Каковы современные представления о механизме газовой коррозии?
44. Что такое жаростойкость и жаропрочность металла?
45. Каким условием определяется термодинамическая возможность газовой коррозии?
46. Уравнение изотермы Вант-Гоффа для оценки возможности (невозможности) газовой коррозии металла.
47. Как зависит термодинамическая возможность высокотемпературного окисления металла от температуры коррозионно-активной газовой среды?
48. Оксидные пленки на металлах. Адсорбция окислителей на металлах.
49. Как классифицируют оксидные пленки на металлах?
50. Как оценивают защитные свойства оксидных пленок на металлах?
51. Условие сплошности пленок и в чем причина ограничения его применения для оценки защитной способности пленок?
52. Каковы причины разрушения оксидных пленок?

52. Каковы закономерности роста незащитных (несплошных) оксидных пленок?
 53. Как зависит скорость роста незащитных оксидных пленок от температуры?
 54. Каковы закономерности роста толстых защитных (сплошных) оксидных пленок?
 55. Каковы причины отклонения кинетики роста защитных оксидных пленок от чисто пара-болической зависимости?
 56. Как зависит скорость роста защитных оксидных пленок от температуры?
 57. Сформулируйте основные положения теории жаростойкого легирования Вагнера и Ха-уффе.
 58. Сформулируйте требования к легирующему компоненту в теории образования защитной пленки легирующего компонента на поверхности основного металла.
 59. В чем причина повышенной защитной способности двойных оксидов, образующихся на поверхности сплавов в процессе их термического окисления?
 60. Какие способы получения покрытий используют для повышения жаростойкости металлов? Ответ обосновать и привести примеры.
 61. Какой принцип защиты металлов от газовой коррозии положен в основу применения защитных атмосфер? Приведите примеры наиболее часто используемых газовых атмосфер.
- 7 семестр
1. Каковы основные задачи и требования к проведению диагностики коррозионного состояния металлоконструкций и сооружений? Коррозионный мониторинг и его задачи.
 2. На каких стадиях жизненного цикла металлоизделий проводится коррозионный мониторинг?
 3. Как и с какой целью проводится визуальный и измерительный контроль состояния металлопродукции?
 4. Акустические методы неразрушающего контроля: ультразвуковая дефектоскопия, ультразвуковая толщинометрия, акустическая эмиссия – физические основы, разновидности и возможности, достоинства и недостатки
 5. Какую информацию об объекте получают с помощью магнитного метода неразрушающего контроля? Для диагностики состояния каких материалов можно использовать этот метод?
 6. Что положено в основу использования капиллярного метода неразрушающего контроля и, в каких случаях рекомендуется его применение?
 7. Электрохимическая гетерогенность поверхности и причины ее возникновения. Приведите примеры коррозионных гальванических элементов (КГЭ).
 8. Какие механизмы коррозионного разрушения вы знаете?
 9. Какие виды коррозии различают по условиям протекания?
 10. Как классифицируют виды коррозии по характеру коррозионного разрушения?
 11. Сформулируйте диагностические признаки сплошной (общей) коррозии. Какие разновидности коррозионных разрушений характерны для сплошной коррозии?
 12. Дайте определение межкристаллитной коррозии (МКК), сформулируйте диагностические признаки, укажите причины и условия возникновения МКК
 13. Какие особенности развития МКК в сварных соединениях?
 14. Изобразите график температурно-временной зависимости областей карбидообразования (С-образные кривые) и расставьте на графике критические точки
 15. Сформулируйте положения теории обеднения. Чем объясняется причина МКК в рамках этой теории? Можно изменением температуры термообработки повлиять на склонность сталей к МКК и, если, да, то каким образом?
 16. Чем объясняет теория химически нестойкой фазы склонность к МКК?
 17. Как теория микроэлементов объясняет развитие МКК?
 18. На чем основана теория напряжений, описывающая причину МКК
 19. Как в теории сегрегаций объясняется возникновение склонности к МКК коррозионностойких сталей при кратковременных нагревах?
 20. Влияет ли разница в скоростях диффузии углерода и хрома при различных температурах на склонность сталей к МКК? Ответ обосновать.
 21. По какой причине молибден усиливает склонность сталей к МКК?
 22. С чем связано негативное влияние никеля на развитие МКК высоконикелевого аустенита?
 23. В чем проявляется двойственная роль кремния в отношении устойчивости закаленных аустенитных сталей к МКК?
 24. Каково влияние фосфора, бора и азота на стойкость сталей против МКК?
 25. Каков механизм повышения устойчивости аустенитных сталей против МКК в результате легирования титаном, ниобием и танталом?
 26. Как влияет температура термообработки на устойчивость сталей против МКК? Ответ обосновать.
 27. Что такое питтинговая коррозия (ПК) и каковы ее диагностические признаки?
 28. Какие термины и понятия используются для оценки устойчивости металлов и сплавов к ПК?
 29. Перечислите основные стадии распространения ПК.
 30. Каковы механизмы нарушения пассивного состояния металлических материалов в результате действия активирующих анионов?
 31. Почему считается, что питтинговая коррозия – вероятностный процесс?
 32. Как увеличение концентрации галогенид-ионов влияет на потенциал питтингообразования?
 33. Какие анионы могут оказывать ингибирующее действие на ПК?
 34. Объясните влияние хрома, никеля, молибдена, кремния, марганца, азот и углерода на склонность сталей к ПК?
 35. Почему ниобий, титан, цирконий, тантал, ванадий и церий повышают склонность хромоникелевых сталей к ПК?
 36. Как влияют фазовый состав и термическая обработка сталей на устойчивость к ПК?
 37. Как влияет температура коррозионной среды на устойчивость сталей к ПК?
 38. Какова роль неметаллических включений в развитии ПК?
 39. Сформулируйте главные особенности и перечислите диагностические признаки щелевой коррозии (ЩК)

40. С помощью схематической коррозионной диаграммы поясните механизм ШЦК для пассивирующихся и непассивирующихся металлов
41. Какие внутренние и внешние факторы определяют склонность к коррозионному растрескиванию (КР) металлических материалов
42. Перечислите характерные особенности и диагностические признаки КР
43. По каким признакам проводится идентификация повреждений при проявлении КР?
44. Электрохимические механизмы КР
45. Как и почему происходит образование и развитие трещин без участия коррозионных процессов? Поясните механизм разрушения.
46. КР малоуглеродистых низколегированных сталей: влияние углерода, состава коррозионной среды, внешних и внутренних напряжений
47. КР хромистых, ферритных и хромоникелевых сталей: влияние содержания хрома, никеля, а также термообработки на устойчивость к КР
48. Хлоридное КР аустенитных сталей, роль окислителей Fe^{3+} , Cu^{2+} , H_2O_2 в развитии хлоридного КР. Ответ обосновать коррозионной диаграммой.
49. Как влияет pH-раствора и температура раствора на склонность к развитию КР
50. Как зависит время до разрушения при хлоридном КР от величины действующей нагрузки?
51. Какие легирующие элементы и примеси оказывают заметное влияние на восприимчивость сталей к хлоридному КР?
52. Перечислите условия возникновения и диагностические признаки коррозионной усталости (КУ) металлов
53. По каким признакам проводят идентификацию КУ-разрушений?
54. Питтинговая и адсорбционная теории коррозионной усталости
55. Коррозионная кавитация: определение, условия возникновения и характер воздействия
56. Изобразите графически временную зависимость кавитационных поражений
57. На каких участках поверхности металла обычно наблюдаются повреждения от КК?
58. Как зависит величина кавитационного разрушения от температуры коррозионной среды?
59. Каков механизм КК?
60. Факторы, влияющие на развитие эрозионной коррозии (ЭК). Сформулируйте механизм ЭК.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

Коллоквиум №1 Электрохимическая коррозия металлов и сплавов и методы защиты от коррозии
 Коллоквиум №2 Газовая коррозия металлов и сплавов и методы защиты от коррозии
 Коллоквиум №3 Диагностика и экспертиза общей и межкристаллитной коррозии
 Коллоквиум №4 Диагностика и экспертиза питтинговой коррозии, коррозионного растрескивания, коррозионной усталости и коррозионной кавитации

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

1. Коллоквиум
2. Тесты
3. Письменные упражнения
4. Контрольные работы
5. Электронные тесты

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Зачет с оценкой является заключительным этапом процесса формирования компетенций студента при изучении дисциплины или её части и имеет целью проверку и оценку знаний студентов по теории и применению полученных знаний, умений и навыков.

Зачет проводится на зачетной неделе по расписанию, сформированному учебным отделом, в сроки, предусмотренные календарным графиком учебного процесса. По данной дисциплине зачет проставляется по результатам текущей успеваемости студентов.

Зачет проставляется ведущим преподавателем (ведущим лектором) только при условии выполнения всех контрольных мероприятий и защиты лабораторных работ, предусмотренных учебным планом и рабочей программой по изучаемой дисциплине (сведения фиксируются допуском в ведомости). В случае частичного выполнения учебного графика и контрольных мероприятий зачет проводится в письменной форме на зачетной неделе.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

| Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|---------------------|----------|------------|-------------------|
|---------------------|----------|------------|-------------------|

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|---|--|--|---|--------------------------------|
| Л1.1 | Семёнова И.В., Флорианович Г.М. Семёнова И.В., Флорианович Г.М. | Коррозия и защита от коррозии: учебник | Электронный каталог | Москва Физматлит, 2010 |
| 6.1.2. Дополнительная литература | | | | |
| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
| Л2.1 | Неверов А.С., Родченко Д.А., Цырлин М.И. Неверов А.С., Родченко Д.А., Цырлин М.И. | Коррозия и защита материалов: учебное пособие | Электронный каталог | Москва ФОРУМ, ИНФРА-М, 2013 |
| 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» | | | | |
| Э1 | Пустов Ю.А. Коррозия и защита металлов: учебное пособие № 3946, Москва Издат. дом МИСиС, 2020 | | http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987755889 | |
| Э2 | Пустов Ю.А., Кошкин Б.В., Кутырев А.Е. Коррозия и защита металлов в водных средах: практикум №112 Москва Изд-во «Учеба», 2005 | | http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2349 | |
| Э3 | Пустов Ю.А., Ракоч А.Г. и др. Коррозия и защита металлов в газовых средах: практикум, №1004 Москва Изд. дом МИСиС, 2009 | | http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=6469 | |
| Э4 | Пустов Ю.А., Ракоч А.Г., Коррозия и защита металлов: лабораторный практикум №427 Москва Изд. дом МИСиС, 2009 | | http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8579 | |
| 6.3 Перечень программного обеспечения | | | | |
| П.1 | Прикладная программа Microsoft Excel для обработки результатов лабораторных работ | | | |
| П.2 | Прикладная программа Power Point для демонстрации презентаций лекций | | | |
| 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных | | | | |
| И.1 | 1. Коррозия. Справочник. Под ред. Л.Л.Шрайера, пер. с англ. М.:Металлургия, 1981. – 630 с. | | | |
| И.2 | 2. Закон Российской Федерации «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 2.06.97 г. № 116-ФЗ | | | |
| И.3 | 3. Постановления Правительства Российской Федерации от 25.12.98г. №1540 | | | |
| И.4 | «О применении технических устройств на опасных производственных объектах»; | | | |
| И.5 | 4.ПБ 03-246-98 «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности» с изменением № 1(ПБИ 03-490(246-02)); | | | |
| И.6 | 5.«Порядок продления срока безопасной эксплуатации технических устройств, оборудования и сооружений на опасных производственных объектах», утвержденный приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30.06.2009 г. № 195; | | | |
| И.7 | 6.ПНАЭ Г-2 -17-031-91 «Ультразвуковой контроль. Часть III. Измерение толщины монометаллов, биметаллов и антикоррозионных покрытий». | | | |
| И.8 | 7.ПБ 03-584-03 «Правила проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов стальных сварных»; | | | |
| И.9 | 8.ПБ 03-576-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» | | | |
| И.10 | 9.ПБ 03-585-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов»; | | | |
| И.11 | 10.ПБ 09-594-03 «Правила безопасности при производстве, хранении, транспортировании и применении хлора» | | | |
| И.12 | 11.ПБ 09-596-03 «Правила безопасности при использовании неорганических | | | |
| И.13 | жидких кислот и щелочей». | | | |
| И.14 | 12.ПБ 03-593-03 «Правила организации и проведения акустико-эмиссионного контроля сосудов, аппаратов и технологических трубопроводов». | | | |
| И.15 | 13.ГОСТ Р 52630-2006 «Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия». | | | |
| И.16 | 14.ГОСТ 28702 «Контроль неразрушающий. Толщиномеры ультразвуковые. Общие технические требования». | | | |
| И.17 | 15.ГОСТ 14782 «Контроль неразрушающий. Сварные соединения. Методы ультразвуковые». | | | |
| И.18 | 16.ГОСТ 14249-89 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность»; | | | |
| И.19 | 17.ГОСТ 24755-89 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность укрепления отверстий». | | | |

| | |
|------|---|
| И.20 | 18.ГОСТ 18442-80. «Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования». |
| И.21 | 19.РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю». |
| И.22 | 20.РД 03-421-01 «Методические указания по проведению диагностирования технического состояния и определению остаточного срока службы сосудов и аппаратов». |
| И.23 | 21.РД 13-06-2006 «Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах». |
| И.24 | 22. РД 09-244-98 “Инструкция по проведению диагностирования технического состояния сосудов, трубопроводов, и компрессоров промышленных аммиачных холодильных установок”, утв. Госгортехнадзором России; |
| И.25 | 23.РД 13-03-2006 «Методические рекомендации о порядке проведения вихретокового контроля технических устройств, сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных промышленных объектах» |
| И.26 | 24.СА-03-003-07 «Расчеты на прочность и вибрацию технологических стальных трубопроводов». |

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд. | Назначение | Оснащение |
|------|----------------------------|--|
| 4 | Коррозия и защита металлов | компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к |
| 4 | Коррозия и защита металлов | компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к |
| 6 | Коррозия и защита металлов | Компьютеры, доступ к интернету |

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами физико-химических закономерностей процессов коррозии металлических материалов для распознавания, диагностики и прогнозирования общей и локальной коррозии изделий из этих материалов, обоснованному выбору и применению методов и средств эффективной защиты от коррозии, направленных на повышение эксплуатационной надежности и долговечности изделий.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);

- использование при проведении занятий специализированной лаборатории;
- использование платформы LMS Canvas для контроля усвоения материала.

При чтении лекционного курса используются электронные презентации, заранее передаваемые студентам и (или) опорные конспекты лекций для предварительного ознакомления. Лекционные занятия проводятся с демонстрацией реальных образцов металлов с различными видами коррозионного разрушения, предлагается оценить характер коррозионного разрушения материала и выбрать способ защиты, предусматривающий частичное или полное развитие прекращения коррозионного процесса на сплавах заданного состава или определить условия эксплуатации, при которых данный материал не будет подвергаться наблюдаемому виду разрушения.

Перед проведением практических занятий студентам рекомендуется дома самостоятельно просмотреть теоретический материал по тематике предстоящего занятия. При проведении практических занятий каждому студенту выдается индивидуальное задание после рассмотрения преподавателем решения типовых заданий по текущей тематике.

Перед выполнением лабораторных работ студенты должны составить конспект предстоящей лабораторной работы и пройти входное (устное или письменное) тестирование на предмет готовности к выполнению работы.

Промежуточный контроль (зачет с оценкой) предназначен для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Зачет является заключительным этапом процесса формирования компетенций студента при изучении дисциплины или её части и имеет целью проверку и оценку знаний студентов по теории и применению полученных знаний, умений и навыков.

Зачет проводится на зачетной неделе по расписанию, сформированному учебным отделом, в сроки, предусмотренные календарным графиком учебного процесса. По данной дисциплине зачет проставляется по результатам текущей успеваемости студентов.

Зачет проставляется ведущим преподавателем (ведущим лектором) только при условии выполнения всех контрольных мероприятий и защиты лабораторных работ, предусмотренных учебным планом и рабочей программой по изучаемой дисциплине (сведения фиксируются допуском в ведомости). В случае частичного выполнения учебного графика и контрольных мероприятий зачет проводится в письменной форме на зачетной неделе.