

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 15.11.2023 15:13:16

Уникальный идентификатор:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)
**ОСНОВЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ
ТЕХНОЛОГИЙ**
Коррозия и защита металлов

Закреплена за подразделением Кафедра металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов

Направление подготовки

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 5

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | 5 (3.1) | | Итого | |
|---|---------|-----|-------|-----|
| | Неделя | | | |
| | 18 | | | |
| Вид занятий | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Лабораторные | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Практические | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Итого ауд. | 51 | 51 | 51 | 51 |
| Контактная работа | 51 | 51 | 51 | 51 |
| Сам. работа | 57 | 57 | 57 | 57 |
| Итого | 108 | 108 | 108 | 108 |

Программу составил(и):

дн, профессор, Ракоч Александр Григорьевич

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 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, 22.03.02-БМТ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов

Протокол от 09.06.2022 г., №11

Руководитель подразделения А.В. Дуб

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

| | |
|-----|---|
| 1.1 | дать понимание теоретических основ современного учения о коррозионных процессах и методах защиты конструкционных сплавов от коррозии, направленных на повышение эксплуатационной надежности и долговечности изделий, научить физико-химическому анализу процессов коррозионного разрушения образцов и изделий из легких конструкционных сплавов и использованию его результатов для выбора методов и средств защиты на стадии проектирования и функционирования для конкретных условий их эксплуатации. |
|-----|---|

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| | | |
|------------|---|---------|
| Блок ОП: | | Б1.О.19 |
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: | |
| 2.1.1 | Математика | |
| 2.1.2 | Материаловедение | |
| 2.1.3 | Механика | |
| 2.1.4 | Теплофизика | |
| 2.1.5 | Учебная практика | |
| 2.1.6 | Учебная практика | |
| 2.1.7 | Учебная практика | |
| 2.1.8 | Учебная практика | |
| 2.1.9 | Учебная практика | |
| 2.1.10 | Учебная практика | |
| 2.1.11 | Учебная практика | |
| 2.1.12 | Электротехника и электроника | |
| 2.1.13 | Физика | |
| 2.1.14 | Физическая химия | |
| 2.1.15 | Инженерная и компьютерная графика | |
| 2.1.16 | Информатика | |
| 2.1.17 | 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 | Научно-исследовательская работа | |
| 2.2.3 | Научно-исследовательская работа | |
| 2.2.4 | Научно-исследовательская работа | |
| 2.2.5 | Научно-исследовательская работа | |
| 2.2.6 | Научно-исследовательская работа | |
| 2.2.7 | Научно-исследовательская работа | |
| 2.2.8 | Теплотехника | |
| 2.2.9 | Научно-исследовательская работа | |
| 2.2.10 | Научно-исследовательская работа | |
| 2.2.11 | Научно-исследовательская работа | |
| 2.2.12 | Научно-исследовательская работа | |
| 2.2.13 | Научно-исследовательская работа | |
| 2.2.14 | Научно-исследовательская работа | |
| 2.2.15 | Научно-исследовательская работа | |
| 2.2.16 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.17 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.18 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.19 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.20 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.21 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.22 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

| |
|---|
| ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания |
| Знать: |
| ОПК-1-31 закономерности и механизмы развития коррозионных процессов металлических материалов в различных условиях их эксплуатации; |
| ОПК-4: Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные |
| Уметь: |
| ОПК-4-У1 самостоятельно работать с информационными базами и литературой для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах, термодинамических и физических величинах с целью их применения в практических ситуациях при проведении научных исследований, а также проводить научные исследования в области коррозии с помощью современной приборной базы |
| ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания |
| Владеть: |
| ОПК-1-В1 навыками расчетов: скорости коррозии металлов и сплавов в зависимости от: а) характера коррозионного разрушения; б) состава коррозионностойких материалов; в) параметров электрохимической защиты; г) характеристик покрытий; д) состава защитных атмосфер; |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций | Литература и эл. ресурсы | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|-------------|---|----------------|-------|------------------------------------|--------------------------|------------|----|--------------------|
| | Раздел 1. 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. -Термодинамика и механизм электрохимической коррозии металлов. Обратимые и необратимые потенциалы металлов. Кинетика электрохимической коррозии. Поляризация электродных процессов: определение, причины и закономерности. Аналитический и графический расчет коррозионного процесса. /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2 Э2 Э3 | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|----|----------------------------------|-----------------|--|-----|----|
| 1.2 | -Термодинамика и механизм электрохимической коррозии металлов. Обратимые и необратимые потенциалы металлов. Кинетика электрохимической коррозии. Поляризация электродных процессов: определение, причины и закономерности. Аналитический и графический расчет коррозионного процесса. -Пассивность металлов. Пассиваторы и активаторы. Теории пассивности металлов и значение пассивности для защиты металлов. Перепассивация металлов: определение и причины /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2 | | | |
| 1.3 | Влияние характера распределения структурных составляющих сплавов на их коррозионную стойкость. Локальные коррозионные поражения металлов и сплавов: межкристаллитная (МКК) и питтинговая коррозия (ПК), коррозионное растрескивание (КР) /Лек/ | 5 | 3 | ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2 | | | |
| 1.4 | Расчет обратимых электродных потенциалов и термодинамической возможности коррозионных процессов. Расчет величин катодной и анодной поляризации электродов /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2 | | | Р1 |
| 1.5 | -Электродные потенциалы металлов -Поляризация и деполяризация электродов работающей коррозионной пары -Пассивность стали -Контактная коррозия металлов -Защитные металлические покрытия /Пр/ | 5 | 5 | ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2 Э5 | | | Р2 |
| 1.6 | Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам раздела 1. Основы теории электрохимической коррозии металлов и сплавов /Ср/ | 5 | 15 | ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2 Э4 | | КМ1 | |
| | Раздел 2. Методы защиты металлов от электрохимической коррозии | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|----|----------------------------------|--------------------------|--|-----|----|
| 2.1 | Принципы коррозионностойкого легирования. Коррозионно-стойкие стали и сплавы. Электрохимическая защита металлов и обработка коррозионной среды. /Лек/ | 5 | 4 | ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2 Э5 | | | |
| 2.2 | Расчет состава коррозионностойких сплавов. Выбор методов электрохимической защиты металлов и расчет их эффективности. /Пр/ | 5 | 4 | ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2 | | | Р3 |
| 2.3 | -Защитные металлические покрытия -Защита стали от коррозии с помощью источника внешнего тока или протектора /Лаб/ | 5 | 7 | ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2 Э5 | | | Р4 |
| 2.4 | Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам раздела 2. Методы защиты металлов от электрохимической коррозии контрольная работа 1 «Основы теории электрохимической коррозии металлов и сплавов; Методы защиты металлов от электрохимической коррозии» /Ср/ | 5 | 16 | ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э4 | | КМ1 | |
| | Раздел 3. 3. Основы теории газовой коррозии металлов и сплавов | | | | | | | |
| 3.1 | -Газовая коррозия как совокупность физико-химических процессов. Термодинамическая возможность и механизм высокотемпературного окисления металлов. Оксидные пленки на металлах: классификация по толщине и защитной способности, причины разрушения. -Кинетические закономерности процессов высокотемпературного окисления, линейное и параболическое уравнение скорости роста оксидной пленки. Зависимость скорости роста пленок от температуры /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 | | | |

| | | | | | | | | |
|--|--|---|----|----------------------------------|---|--|-----|----|
| 3.2 | Расчет термодинамической возможности газовой коррозии и зависимость движущей силы процессов от температуры. Доказательство влияния легирования основного металла небольшими добавками элементов на изменение скорости роста n – и p – проводящих оксидных пленок (теория Вагнера – Хауффе). /Пр/ | 5 | 4 | ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 | | | Р5 |
| 3.3 | Кинетика окисления металлов на воздухе /Лаб/ | 5 | 6 | ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 | | | Р6 |
| 3.4 | Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам раздела 3. Основы теории газовой коррозии металлов и сплавов /Ср/ | 5 | 12 | ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| Раздел 4. 4. Методы защиты металлов от газовой коррозии | | | | | | | | |
| 4.1 | Жаростойкость металлов и сплавов на воздухе /Лаб/ | 5 | 4 | ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 | | | Р7 |
| 4.2 | Методы создания жаростойких сплавов и получения жаростойких покрытий. /Пр/ | 5 | 4 | ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 | | | Р8 |
| 4.3 | Жаростойкое легирование металлов (основные теории). Жаростойкие стали и сплавы. Жаростойкие покрытия. Защитные атмосферы /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э5 | | | |
| 4.4 | Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам раздела 4. Методы защиты металлов от газовой коррозии контрольная работа 2 «Основы теории газовой коррозии металлов и сплавов; Методы защиты металлов от газовой коррозии» /Ср/ | 5 | 14 | ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | КМ2 | |

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код КМ | Контрольное мероприятие | Проверяемые индикаторы компетенций | Вопросы для подготовки |
|--------|-------------------------|------------------------------------|--|
| КМ1 | Контрольная работа 1 | ОПК-1-31;ОПК-1-В1 | 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 |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>протекания?</p> <p>6. Как классифицируются процессы коррозии по характеру коррозионного разрушения?</p> <p>7. Что является первопричиной коррозии металлов?</p> <p>8. Каковы условия возникновения и механизм образования обратимого электродного потенциала на границе металл-раствор?</p> <p>9. Перечислите признаки образования обратимого электродного потенциала металла?</p> <p>10. Что такое «ток обмена» и когда он возникает?</p> <p>11. Когда на границе металл-раствор возникает необратимый электродный потенциал, каковы его признаки?</p> <p>12. Каким условием определяется принципиальная возможность или невозможность протекания электрохимической коррозии?</p> <p>13. Какими могут быть пути протекания электрохимической коррозии металлов? Ответ обосновать.</p> <p>14. В чем сущность гетерогенной трактовки процессов электрохимической коррозии?</p> <p>15. Что такое «коррозионные гальванические элементы» (КГЭ) и каковы причины их возникновения? Приведите примеры.</p> <p>16. Сформулируйте особенности и нарисуйте схему электрохимического коррозионного процесса.</p> <p>17. Дайте определение поляризации электродных процессов.</p> <p>18. Следствие чего является поляризация электродных процессов?</p> <p>19. Изобразите поляризационную диаграмму, иллюстрирующую изменение потенциалов анода и катода гальванического элемента с увеличением протекающего между ними тока.</p> <p>20. Что является причиной анодной поляризации? Напишите уравнения для расчета величины поляризации анодной процесса.</p> <p>21. Какие процессы называются деполяризационными? Приведите примеры веществ, являющихся деполяризаторами анодных процессов.</p> <p>22. Что является причиной катодной поляризации? Напишите уравнения для расчета величины поляризации катодного процесса.</p> <p>23. В чем заключается аналитический расчет коррозионного процесса?</p> <p>24. Как проводится графический расчет коррозионного процесса?</p> <p>25. Что такое пассивность металлов, каковы условия ее возникновения. Приведите примеры веществ-пассиваторов.</p> <p>26. Сформулируйте основные положения пленочной теории пассивности.</p> <p>27. Сформулируйте основные положения адсорбционной теории пассивности.</p> <p>28. Сформулируйте основные положения пленочно-адсорбционной теории пассивности.</p> <p>29. Что такое перепассивация металлов и в чем ее основная причина?</p> <p>30. Как влияет характер распределения анодных структурных составляющих на скорость коррозии сплавов?</p> <p>31. Как влияет характер распределения катодных структурных составляющих на скорость коррозии сплавов?</p> <p>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?</p> <p>33. Сформулируйте положения известных теорий МКК.</p> <p>34. Что такое питтинговая коррозия (ПК) и при каких условиях реализуется этот вид коррозионного разрушения?</p> <p>35. Сформулируйте положения известных теорий ПК.</p> <p>36. Что такое коррозионное растрескивание и, по каким механизмам может реализовываться этот вид коррозионного разрушения металлов и сплавов?</p> <p>37. Сформулируйте основные принципы легирования металлов с целью повышения их коррозионной стойкости.</p> <p>38. Приведите примеры коррозионностойких сталей и сплавов.</p> <p>39. Какие методы электрохимической защиты вы знаете, сформулируйте их принципы и обоснуйте возможность (невозможность) полной защиты от электрохимической коррозии.</p> <p>40. Какими способами проводится обработка коррозионной среды с</p> |
|--|--|--|

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | целью уменьшения ее коррозионного воздействия на металл? |
|--|--|--|--|

| | | | |
|-----|----------------------|-------------------|--|
| КМ2 | Контрольная работа 2 | ОПК-1-В1;ОПК-1-31 | <p>1. Что такое газовая коррозия металлов (определение), при каких условиях и в каких средах реализуется? Приведите примеры.</p> <p>2. Газовая коррозия как совокупность физико-химических процессов, протекающих на границе раздела «металл газ».</p> <p>3. Каковы современные представления о механизме газовой коррозии?</p> <p>4. Что такое жаростойкость и жаропрочность металла?</p> <p>5. Каким условием определяется термодинамическая возможность газовой коррозии?</p> <p>6. Уравнение изотермы Вант-Гоффа для оценки возможности (невозможности) газовой коррозии металла.</p> <p>7. Как зависит термодинамическая возможность высокотемпературного окисления металла от температуры коррозионно- активной газовой среды?</p> <p>8. Оксидные пленки на металлах. Адсорбция окислителей на металлах.</p> <p>9. Как классифицируют оксидные пленки на металлах?</p> <p>10. Как оценивают защитные свойства оксидных пленок на металлах?</p> <p>11. Условие сплошности пленок и в чем причина ограничения его применения для оценки защитной способности пленок?</p> <p>12. Каковы причины разрушения оксидных пленок?</p> <p>13. Каковы закономерности роста незащитных (несплошных) оксидных пленок?</p> <p>14. Как зависит скорость роста незащитных оксидных пленок от температуры?</p> <p>15. Каковы закономерности роста толстых защитных (сплошных) оксидных пленок?</p> <p>16. Каковы причины отклонения кинетики роста защитных оксидных пленок от чисто параболической зависимости?</p> <p>17. Как зависит скорость роста защитных оксидных пленок от температуры?</p> <p>18. Сформулируйте основные положения теории жаростойкого легирования Вагнера и Ха-уффе.</p> <p>19. Сформулируйте требования к легирующему компоненту в теории образования защитной пленки легирующего компонента на поверхности основного металла.</p> <p>20. В чем причина повышенной защитной способности двойных оксидов, образующихся на поверхности сплавов в процессе их термического окисления?</p> <p>21. Какие способы получения покрытий используют для повышения жаростойкости металлов? Ответ обосновать и привести примеры.</p> <p>22. Какой принцип защиты металлов от газовой коррозии положен в основу применения защитных атмосфер? Приведите примеры наиболее часто используемых газовых атмосфер.</p> <p>Примеры билетов контрольных работ Контрольная работа №1 Вариант № 1</p> <p>1. Каковы условия возникновения и механизм образования обратимого электродного потенциала на границе металл-раствор? Что является причиной катодной поляризации? Напишите уравнения для расчета величины поляризации катодного процесса.</p> <p>2. Что является причиной катодной поляризации? Напишите уравнения для расчета величины поляризации катодного процесса.</p> <p>3. Сформулируйте положения известных теорий МКК.</p> <p>4. Сформулируйте основные принципы легирования металлов с целью повышения их коррозионной стойкости.</p> <p>5. Какими способами проводится обработка коррозионной среды с целью уменьшения ее коррозионного воздействия на металл?</p> <p>Контрольная работа № 2 Вариант № 1</p> <p>1. Газовая коррозия как совокупность физико-химических процессов, протекающих на границе раздела «металл - газ».</p> <p>2. Условие сплошности пленок и в чем причина ограничения его применения для оценки защитной способности пленок?</p> |
|-----|----------------------|-------------------|--|

| | | | |
|--|--|--|---|
| | | | <p>3. Каковы закономерности роста толстых защитных (сплошных) оксидных пленок?</p> <p>4. Сформулируйте основные положения теории жаростойкого легирования Вагнера и Ха-уффе.</p> <p>5. Какой принцип защиты металлов от газовой коррозии положен в основу применения защитных атмосфер? Приведите примеры наиболее часто используемых газовых атмосфер.</p> |
|--|--|--|---|

| | | | |
|-----|-----------------|----------------------------|--|
| КМЗ | Зачет с оценкой | ОПК-4-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-В1 | <p>Типовые вопросы для подготовки к зачету с оценкой:</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. 1. Электрохимическая и химическая коррозия металлов: определение, условия проявления, примеры Химическая коррозия металлов: определение, условия проявления, примеры 3. Классификация коррозионных процессов по условиям протекания (перечислить дату определения различным видам коррозии) 4. Классификация коррозионных процессов по характеру коррозионного разрушения (перечислить виды коррозии, описать условия их проявления) 5. Каковы причины и механизм образования электродных потенциалов на границе раздела «металл-электролит». 6. При каких условиях возникает обратимый (равновесный) электродный потенциал, перечислите его признаки 7. Что такое ток обмена и как экспериментально устанавливают его существование 8. Напишите уравнение Тафеля. Какой физический смысл имеют коэффициенты «а» и «b» в этом уравнении? 9. Изобразите схему и поясните механизм формирования необратимых электродных потенциалов на границе раздела «металл-электролит» 10. Каковы признаки образования необратимых электродных потенциалов на границе раздела «металл-электролит» 11. Что такое поляризация электродов и какое влияние она оказывает на скорость электрохимического коррозионного процесса? 12. Каковы причины поляризации анодного процесса? 13. Каким аналитическим выражением описывается зависимость потенциала анодного процесса от величины поляризующего тока в случае торможения анодного процесса, связанного с перенапряжением реакции ионизации металла? 14. Чем вызвана концентрационная поляризация анодного процесса и каким аналитическим выражением оценивается ее вклад в величину смещения потенциала относительно значения обратимого потенциала анода? 15. Каким аналитическим выражением описывается зависимость потенциала катодного процесса от величины поляризующего тока в случае торможения катодного процесса, связанного с перенапряжением реакции ассимиляции электронов? 16. Чем вызвана концентрационная поляризация катодного процесса и каким аналитическим выражением оценивается ее вклад в величину смещения потенциала относительно значения обратимого потенциала катода? 17. В чем заключается аналитический расчет коррозионного процесса? 18. Как проводится графический расчет коррозионного процесса в условиях отсутствия омического сопротивления и при его наличии? 19. Что такое пассивность металлов? При каких условиях она возникает и что является ее результатом? В присутствии каких веществ она может быть нарушена? 20. Пленочная теория пассивности (основные положения). Каков механизм коррозии металлов, находящихся в пассивном состоянии? 21. Адсорбционная теория пассивности, механизм защитного действия адсорбированного окислителя (кислорода). 22. Пленочно-адсорбционная теория пассивности (основные положения и механизм защитного действия) 23. Обобщенная анодная поляризационная кривая пассивирующихся металлов, критические потенциалы и токи 24. Что такое перепассивация металлов, в каких случаях она может проявляться, каковы ее причины и возможность предотвращения? 25. Каким образом распределение анодных структурных составляющих влияет на скорость коррозии сплавов? Ответ обосновать. 26. Каким образом распределение катодных структурных |
|-----|-----------------|----------------------------|--|

| | | | <p>составляющих влияет на скорость коррозии сплавов? Ответ обосновать.</p> <p>27. Какие примеси в составе сплавов называют «эффективными» катодными примесями, и какую роль они играют в условиях возможной пассивации анодных структурных составляющих сплавов?</p> <p>28. Для каких систем сталей и сплавов характерна межкристаллитная коррозия (МКК)? Каковы основные причины развития МКК?</p> <p>29. Как объясняет возникновение МКК теория обеднения?</p> <p>30. Как объясняет возникновение МКК теория напряжений?</p> <p>31. Как объясняет возникновение МКК теория сегрегаций?</p> <p>32. Как объясняет возникновение МКК теория микроэлементов?</p> <p>33. Питтинговая коррозия металлов (ПК): условия и причины возникновения, основные понятия и определения.</p> <p>34. Перечислите и обоснуйте основные механизмы развития ПК.</p> <p>35. Что такое коррозионное растрескивание (КР), каковы условия и механизмы его распространения?</p> <p>36. Перечислите известные способы защиты металлов и сплавов от КР.</p> <p>37. Что такое коррозионностойкое легирование, какие способы легирования вам известны и каков механизм влияния легирования в каждом случае на увеличение устойчивости сплавов к воздействию коррозионно-активных электролитически проводящих сред</p> <p>38. На чем основана электрохимическая защита металлопродукции: протекторная защита, катодная защита, анодная защита? Каковы основные характеристики указанных вариантов защиты?</p> <p>39. В случае применения какого из методов электрохимической защиты возможна полная защита от коррозии?</p> <p>40. Какие ограничения и какая опасность существуют при применении анодной защиты?</p> <p>41. Какими способами проводится обработка коррозионной среды для уменьшения потерь от коррозии?</p> <p>42. Как классифицируют металлические покрытия, формируемые на поверхности металлов?</p> <p>43. Какие механизмы защиты от коррозии реализуются при формировании на поверхности металлов анодных и катодных (по отношению к основе) покрытий?</p> <p>44. Какие характеристики защитных покрытий вам известны?</p> <p>45. Какие основные принципы заложены в «рациональное конструирование» с точки зрения воздействия на металл коррозионно-активных сред?</p> <p>46. Какие основные физико-химические процессы протекают на границе «металл-газовая среда» при воздействии высоких температур?</p> <p>47. Чем определяется возможность протекания процесса высокотемпературного окисления металла (газовая коррозия)?</p> |
|---|---------------------------------------|------------------------------------|---|
| 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.) | | | |
| Код работы | Название работы | Проверяемые индикаторы компетенций | Содержание работы |
| P1 | Реферат с расчетами по теме раздела 1 | ОПК-1-31;ОПК-1-В1 | <p>Электрохимическая и химическая коррозия металлов: определение, условия проявления, примеры применения</p> <p>Химическая коррозия металлов: определение, условия проявления, примеры</p> <p>Классификация коррозионных процессов по условиям протекания ,привести примеры</p> |

| | | | |
|--|-----------------------------|----------------------------|--|
| P2 | Лабораторная работа 1 | ОПК-4-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-В1 | <p>Вопросы</p> <p>Каковы причины и механизм образования электродных потенциалов на границе раздела «металл-электролит».</p> <p>При каких условиях возникает обратимый (равновесный) электродный потенциал, перечислите его признаки</p> <p>Что такое ток обмена и как экспериментально устанавливают его существование</p> <p>Напишите уравнение Тафеля. Какой физический смысл имеют коэффициенты «а» и «b» в этом</p> <p>Электродные потенциалы металлов</p> <p>Поляризация и деполяризация электродов работающей коррозионной пары</p> <p>Пассивность стали</p> <p>Контактная коррозия металлов</p> <p>Защитные металлические покрытия</p> |
| P3 | Домашняя работа к разделу 2 | ОПК-4-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-В1 | <p>Расчет состава коррозионностойких сплавов. Выбор методов электрохимической защиты металлов и расчет их эффективности.</p> <p>Студент получает индивидуальное задание</p> |
| P4 | Лабораторная работа 2 | ОПК-4-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-В1 | <p>Исследуемые темы</p> <p>Коррозионное растрескивание (КР), каковы условия и механизмы его распространения</p> <p>Известные способы защиты металлов и сплавов от КР.</p> <p>Коррозионностойкое легирование, какие способы легирования вам известны и каков механизм влияния легирования в каждом случае на увеличение устойчивости сплавов к воздействию коррозионно-активных электролитически проводящих сред</p> <p>Электрохимическая защита металлопродукции: протекторная защита, катодная защита, анодная защита? Каковы основные характеристики указанных вариантов защиты?</p> <p>В случае применения какого из методов электрохимической защиты возможна полная защита от коррозии</p> <p>Какие ограничения и какая опасность существуют при применении анодной защиты</p> <p>Способы обработки коррозионной среды для уменьшения потерь от коррозии</p> <p>Классификация металлических покрытий, формируемых на поверхности металлов</p> <p>Механизмы защиты от коррозии, которые реализуются при формировании на поверхности металлов анодных и катодных (по отношению к основе) покрытий</p> <p>Характеристики защитных покрытий</p> |
| P5 | Домашняя работа к разделу 3 | ОПК-4-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-В1 | <p>Расчет термодинамической возможности газовой коррозии и зависимость движущей силы процессов от температуры.</p> <p>Доказательство влияния легирования основного металла небольшими добавками элементов на изменение скорости роста n – и p – проводящих оксидных пленок (теория Вагнера – Хауффе).</p> <p>Расчет по индивидуальному заданию</p> |
| P6 | Лабораторная работа 3 | ОПК-4-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-В1 | <p>Провести на выданном образце ускоренную процедуру, раскрывающую кинетику окисления металлов на воздухе.</p> <p>Зафиксировать этапы в дневнике наблюдений. Обсуждение результатов</p> |
| P7 | Лабораторная работа 4 | ОПК-4-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-В1 | <p>Наблюдения:</p> <p>Скорость роста толстых защитных пленок от температуры</p> <p>Получение жаростойких покрытий на поверхности металлов</p> |
| P8 | Домашняя работа к разделу 4 | ОПК-4-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-В1 | <p>Сформулировать положения основных теорий жаростойкого легирования. Требования к легирующему компоненту предъявляются этими теориями. Выбрать легирующий компонент. Провести расчет.</p> |
| 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.) | | | |
| экзамен не предусмотрен учебным планом по данной дисциплине | | | |

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

Студент получает зачет с положительной оценкой при условии сданных всех работ семестра: лабораторные работы, контрольных работ (1,2) и посещения лекций не менее 75%.

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в виде зачета с оценкой.

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

зачета 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.

зачета с оценкой проводится по завершению изучения материала семестра. Зачета с оценкой проводится по усмотрению преподавателя в форме тестирования/письменных ответов на вопросы или в устной форме. Оценка выставляется обучающимся, допущенным к экзамену, на основе критериев уровней освоения компетенций (соотносится с уровнями: «пороговый» – оценка «3», «продвинутый» – оценка «4» и «высокий» – оценка «5»).

Оценка «отлично» или «хорошо» ставится, если студент полно излагает изученный материал, обнаруживает понимание специфики вопроса, дает правильное определение основных понятий речевой коммуникации; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка; владеет навыками языкового анализа. Ответ не содержит фактические ошибки. Суммарное количество баллов за 2 контрольные работы не менее 16.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, т.е. обнаруживает понимание специфики вопроса, но при ответе не демонстрирует достаточной обоснованности суждений, и/или отчасти подменяет рассуждения пересказом текста, и/или допускает одну фактическую ошибку. Суммарное количество баллов за 2 контрольные работы не менее 10.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает незнание большей части материала, неверно отвечает на вопрос, даёт ответ, который содержательно не соотносится с поставленной задачей, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно излагает материал.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|---------------------|--|------------------|-------------------------------|
| Л1.1 | Ангал Р. | Коррозия и защита от коррозии: учеб. пособие: пер. с англ. | Библиотека МИСиС | Долгопрудный: Интеллект, 2013 |
| Л1.2 | Жук Н. П. | Курс теории коррозии и защиты металлов: учеб. пособие для студ. металлург. спец. вузов | Библиотека МИСиС | М.: Альянс, 2006 |

6.1.2. Дополнительная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|---|---|------------------------|------------------------|
| Л2.1 | Пустов Юрий Александрович, Ракоч Александр Григорьевич, Баутин Василий Анатольевич | Коррозия и защита металлов в газовых средах: практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Металлургия и 150700 - Физ. материаловедение, спец. 150701 - Физико-химия процессов и материалов, 150702 - Физика металлов | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2009 |
| Л2.2 | Ракоч Александр Григорьевич, Пустов Юрий Александрович, Гладкова Александра Александровна | Коррозия и защита металлов. Газовая коррозия металлов: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150400 - Металлургия | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МИСиС, 2013 |

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| | | |
|----|---|---|
| Э1 | Студопедия. Общедоступная информация для студентов разных предметных областей | https://studopedia.ru |
| Э2 | Различная литература по электрохимии и коррозии | http://echemistry.ru/assets/files/books/koroziya/malceva-g.n.-korroziya-i-zashhita-oborudovaniya-ot-korrozii.-2001.pdf |
| Э3 | Литература по химии | https://chemical-docs.ru |

| | | |
|---|---|---|
| Э4 | онлайн-курс Коррозия и Защита металлов | https://openedu.ru/course/misis/CORRMET/ |
| Э5 | онлайн-курс Защитные покрытия на металлопродукции | https://openedu.ru/course/misis/PKR/ |
| 6.3 Перечень программного обеспечения | | |
| П.1 | Microsoft Office | |
| П.2 | LMS Canvas | |
| П.3 | MS Teams | |
| П.4 | Power Project | |
| 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных | | |
| И.1 | https://edu.truboprovod.ru/kbase/doc/start/WebHelp_ru/basecorrosion.htm | |

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд. | Назначение | Оснащение |
|------------------------------------|-------------------|--|
| АВ-202 | Учебная аудитория | видеопроектор, комплект учебной мебели |
| АВ-206 | Лаборатория | оборудование для проведения лабораторных работ по курсу «Коррозия и защита металлов» |
| Читальный зал электронных ресурсов | | комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus. |
| Читальный зал №4 (Б) | | комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |
| АВ-202 | Учебная аудитория | видеопроектор, комплект учебной мебели |

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.

Лабораторные работы нацелены на практическое изучение физико-химических характеристик металлов и сплавов в различных электролитически проводящих и газовых средах.

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 с возможностью проведения занятий в интерактивной форме.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации (в форме тест-контроля усвоения теоретического материала). При этом организуются групповые и индивидуальные консультации.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.

Курс может быть дополнен прохождением онлайн-курса
<https://openedu.ru/course/misis/CORRMET/> Коррозия и Защита металлов
<https://openedu.ru/course/misis/PKR/> Защитные покрытия на металлопродукции