

Автономная некоммерческая организация высшего образования  
«СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ОТКРЫТЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



«Утверждаю»

Проректор по УМР

О.М. Вальц

13 сентября 2018 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**«КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ»**

Направление подготовки:

**15.03.01 Машиностроение**

Профиль подготовки:

**15.03.01.03 Технология литейного  
производства**

Квалификация (степень): **бакалавр**

Форма обучения: **заочная**

Санкт-Петербург, 2018г

Рабочая программа дисциплины «Основы производства и обработки металлов» разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.03.01 «Машиностроение».

Основным документом для разработки рабочей программы является рабочий учебный план направления 15.03.01 Машиностроение и профиль подготовки: 15.03.01.03 Технология литейного производства

Учебные и методические материалы по учебной дисциплине размещены в электронной информационно-образовательной среде университета.

**Разработчик:**

А.В. Сивенков, к.т.н., доцент

**Рецензент:**

В.В. Цуканов д.т.н., начальник лаборатории "Металлургических технологий производства сталей для судостроения" НИЦ "Курчатовский институт"-ЦНИИ КМ "Прометей"

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Машиностроения и металлургии» «12» сентября 2018 года, протокол №1

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ .....	6
4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ(108час.).....	7
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	11
5.1. Темы контрольной работы.....	11
5.2. Перечень методических рекомендаций.....	12
5.3. Перечень вопросов для подготовки к зачету .....	12
6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	14
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО–ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	15
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	16
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	17
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ .....	17
12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА .....	18
Приложение.....	19

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Целью освоения дисциплины «Коррозия и защита металлов» является:

- формирование у студентов системы знаний по обоснованию и реализации ресурсосберегающих решений при выборе конструкционных материалов;

- защите конструкционных материалов от коррозии во всех сферах природного воздействия и производственной деятельности.

1.2. Изучение дисциплины «Коррозия и защита металлов» способствует решению следующих задач профессиональной деятельности:

- усвоение основных положений современной теории коррозии материалов

- способы защиты металлов от коррозии.

1.3. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций

## *Профессиональные (ПК)*

<i>Код компетенции</i>	<i>Наименование и (или) описание компетенции</i>
<b>ПК-17</b>	умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
<b>ПК-18</b>	умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий

1.4. В результате освоения дисциплины обучающийся должен

**Знать:** основы теории коррозионных процессов в газовых и жидких электропроводящих средах; общие сведения о состоянии и изменении свойств конструкционных материалов под влиянием техногенных и антропогенных факторов; основные источники коррозионного воздействия на конструкционные материалы в производственной деятельности, их качественные и количественные характеристики, методы и способы прогнозирования надежности оборудования и последствий коррозионного воздействия; концепцию комплексного обеспечения защиты материалов от коррозии.

**Уметь:** оценить характер влияния окружающей или производственной среды на закономерности течения коррозионных процессов; выбрать конструкционный материал; обосновать конструкцию аппарата и комплекс мероприятий по защите оборудования и транспортных коммуникаций от коррозионного воздействия окружающей среды.

**Владеть:** методами оценки коррозионной стойкости металлических материалов; методологией выбора оборудования, материала для его изготовления, а также способа защиты оборудования от коррозии.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Коррозия и защита металлов» относится к вариативной части обязательных дисциплин блока Б.1.

Дисциплина основывается на знаниях, полученных в предшествующих дисциплинах при освоении курсов: «Физика», «Химия», «Математика», «Инженерная графика», «Физическая химия»

Курс «Коррозия и защита металлов» является комплексной дисциплиной и базируется на знаниях, полученных при изучении фундаментальных химических и общеинженерных дисциплин: «Физика», «Химия», «Информатика».

Дисциплина является предшествующей для изучения специальных дисциплин.

Приобретённые знания будут непосредственно использованы студентами при изучении последующих дисциплин, прохождении производственной практики, написании выпускных квалификационных работ.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ

№ п/п	Наименование модуля и темы учебной дисциплины	Трудоёмкость по учебному плану (час/з.е.)	Виды занятий				Виды контроля		
			Лекции	Практическое занятие	Лабораторное занятие	Самостоятельная работа	Контрольная работа	Курсовая работа (проект)	Зачёт (экзамен)
1	<b>Модуль 1. Общие сведения о коррозии</b>	<b>8/0,2</b>		<b>2</b>		<b>6</b>			
2.	Введение	2				2			
3.	Тема 1.1. Методы коррозионных испытаний	6		2		4			
4.	<b>Модуль 2. Химическая коррозия металлов</b>	<b>16/0,4</b>	<b>1</b>			<b>15</b>			
5.	<b>Модуль 3. Электрохимическая коррозия металлов</b>	<b>24/0,7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		<b>21</b>			
6.	<b>Модуль 4. Виды коррозии</b>	<b>36/1</b>		<b>2</b>		<b>34</b>			
7.	Тема 4.1. Локальная коррозия. Коррозионно-механич. разрушение металлов	12				12			
8.	Тема 4.2. Коррозия металлов и сплавов в естественных условиях	12				12			
9.	Тема 4.3. Коррозия основных конструкционных металлов и сплавов	12		2		10			
10.	<b>Модуль 5. Защита от коррозии</b>	<b>24/0,7</b>	<b>2</b>			<b>22</b>			
11.	Тема 5.1. Меры борьбы с коррозией	4				4			
12.	Тема 5.2. Металлические защитные покрытия	8	1			7			
13.	Тема 5.3. Неметаллические защитные покрытия	8	1			7			
14.	Тема 5.4. Электрохимическая защита. Воздействие на коррозионную среду	4				4			
<b>Всего:</b>		<b>108/3</b>	<b>4</b>	<b>6</b>		<b>98</b>	<b>1</b>		<b>зач</b>

## 4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ(108час.)

### МОДУЛЬ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОРРОЗИИ (8 ЧАСОВ)

#### Введение (2 часа)

Определение понятия "коррозия металлов". Социальные и экономические аспекты проблемы коррозии металлов.

Задачи и научные основы курса. Роль термодинамики и кинетики в учении о коррозии и защите металлов. Классификация коррозионных процессов по механизму, условиям протекания и характеру разрушения. Прямые и косвенные показатели коррозии. Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС).

#### Тема 1.1. Методы коррозионных испытаний (6 часов)

Оценка коррозионной стойкости металлических материалов. Классификация методов коррозионных испытаний.

Лабораторные методы и их основные принципы. Испытания на газовую коррозию. Электрохимические исследования и испытания в электролитах. Коррозионно-механические испытания.

Эксплуатационные (полевые и натурные) испытания.

Математическое моделирование коррозии.

#### *Виды учебных занятий:*

Практическое занятие:	Методы коррозионных испытаний	2 часа
-----------------------	-------------------------------	--------

### МОДУЛЬ 2. ХИМИЧЕСКАЯ КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ (16 ЧАСОВ)

Виды химической коррозии. Термодинамические условия ее протекания. Газовая коррозия металлов. Жаропрочность, жаростойкость и жароупорность металлов. Процесс образования окисной пленки. Классификация пленок и их защитные свойства. Условие сплошности Пиллинга-Бедвортса. Кинетика газовой коррозии: линейный, параболический и логарифмический законы роста окисных пленок на металлах. Механизм высокотемпературного окисления металлов. Теория жаростойкого легирования сплавов.

Влияние внутренних факторов на скорость газовой коррозии металлов: химического состава сплава, внутренних напряжений в металле, качества механической обработки поверхности металла, предварительной деформации металла.

Влияние внешних факторов на скорость газовой коррозии металлов: температуры газовой среды, состава газовой среды, движения газовой среды, давления газа. Уравнение Аррениуса.

Газовая коррозия железоуглеродистых сплавов и ее отрицательная роль при термообработке. Диаграмма состояния железо-кислород. Оксидные пленки на поверхности железа. Строение окалина. Факторы, влияющие на про-

цесс окисления железоуглеродистых сплавов. Обезуглероживание стали и чугуна. Наводороживание стали.

Коррозия под действием продуктов сгорания топлива.

Коррозия металлов в жидких неэлектролитах и жидкометаллических средах.

***Виды учебных занятий:***

Лекция: Химическая коррозия металлов 1 час

**МОДУЛЬ 3. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ  
(24 ЧАСА)**

Теоретические основы электрохимической коррозии. Явления на границе раздела фаз металл-электролит. Катодные и анодные процессы.

Термодинамика электрохимической коррозии. Стандартные электродные и необратимые потенциалы металлов, их определение. Диаграммы Пурбе и определение по ним области коррозионной неустойчивости металла. Анодные и катодные поляризационные кривые. Влияние состава коррозионной среды и продуктов коррозии на кинетику анодной реакции.

Катодные реакции с водородной и кислородной деполяризацией. Влияние природы металла, структуры сплава, состава и температуры коррозионной среды на протекание катодных реакций с водородной или кислородной деполяризацией.

Коррозионные диаграммы, катодная и анодная поляризации. Диаграмма Эванса. Определение потенциала и максимального тока коррозии. Контролирующие факторы процесса коррозии.

Пассивное состояние металлов и его практическое значение. Анодная поляризационная кривая. Пленочная и адсорбционная теории пассивности.

Контактная коррозия биметаллических систем. Компромиссный потенциал и его изменение в зависимости от площади анодов и катодов, природы контактирующих металлов, фазового состава и структуры сплавов, состава продуктов коррозии.

Влияние внутренних факторов на скорость электрохимической коррозии металлов: термодинамической устойчивости металла, положения металла в периодической системе элементов Д.И. Менделеева, состава и структуры сплава, состояния поверхности металла. Правило Таммана.

Влияние внешних факторов на скорость электрохимической коррозии: состава и концентрации коррозионной среды; кислотности, температуры, давления, перемешивания; наличия в агрессивной среде активаторов или ингибиторов коррозии; внешней анодной или катодной поляризации постоянным и переменным током; радиоактивного излучения

***Виды учебных занятий:***

Лекция: Электрохимическая коррозия металлов 1 час

Практическое занятие: Электрохимическая коррозия металлов 2 часа



## **МОДУЛЬ 4. ВИДЫ КОРРОЗИИ (36 ЧАСОВ)**

### **Тема 4.1. Локальная коррозия. Коррозионно-механическое разрушение металлов (12 часов)**

Локальная коррозия и ее виды. Точечная (питтинговая) коррозия; факторы, влияющие на её возникновение, развитие и прекращение. Язвенная коррозия. Щелевая коррозия нержавеющей сталей, алюминиевых, магниевых сплавов; влияние на неё конструктивных факторов.

Межкристаллитная коррозия нержавеющей сталей и ее природа. Межкристаллитная коррозия дуралюминов. Ножевая коррозия. Контактная коррозия. Селективное вытравливание.

Особенности коррозии металлических конструкций в процессе эксплуатации. Влияние статических и знакопеременных напряжений на электрохимическое поведение металлов, скорость коррозии и характер коррозионного разрушения. Разрушение защитных пленок. Изменение электродного потенциала металла и адсорбции поверхностно-активных компонентов среды под воздействием внешних и внутренних напряжений.

Коррозионное растрескивание низколегированных сталей. Замедленное хрупкое разрушение сталей при коррозии с водородной деполяризацией. Коррозионное растрескивание нержавеющей сталей, медных, алюминиевых и магниевых сплавов.

Коррозионная усталость низколегированных и нержавеющей сталей, титановых и медных сплавов.

Коррозия при трении, влияние состава среды, температуры и нагрузки на скорость коррозии при трении. Коррозия при кавитации.

### **Тема 4.2. Коррозия металлов и сплавов в естественных условиях (12 часов)**

Атмосферная коррозия металлов. Особенности атмосферной коррозии металлов. Три вида атмосферной коррозии металлов: сухая, влажная и мокрая. Критическая влажность воздуха. Влияние климатических факторов на скорость атмосферной коррозии металлов: состава атмосферы, свойств продуктов коррозии, влажности воздуха, температуры воздуха, географического фактора, состояния поверхности металла.

Подземная коррозия и особенности ее протекания. Оценка агрессивности почв. Коррозия блуждающими токами.

Морская коррозия. Её особенности и меры борьбы с ней.

Биологическая коррозия.

### **Тема 4.3. Коррозия основных конструкционных металлов и сплавов (12 часов)**

Коррозия железа и его сплавов. Влияние кислорода и состава агрессивной среды, кислотности растворов на скорость коррозии сталей. Структурная коррозия низколегированных сталей.

Коррозия меди и ее сплавов. Коррозия алюминиевых сплавов. Структурная коррозия дуралюминов.

Коррозия цинка, кадмия, магниевых, никелевых, титановых сплавов.

#### ***Виды учебных занятий:***

Практическое занятие: Коррозия основных конструкционных металлов и сплавов 2 часа

## **МОДУЛЬ 5. ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ (24 ЧАСА)**

### **Тема 5.1. Меры борьбы с коррозией (4 часа)**

Основные пути защиты металлических материалов от коррозии: воздействие на металл, коррозионно-стойкие защитные покрытия, воздействие на коррозионную среду, комбинированное воздействие, воздействие на конструкцию.

Легирование как метод защиты металлов от коррозии. Принципы жаростойкого и коррозионно-стойкого легирования. Пути повышения жаростойкости тугоплавких металлов. Влияние хрома на коррозионную стойкость железа. Хромоникелевые стали, их свойства, применение. Методы защиты от межкристаллитной коррозии.

### **Тема 5.2. Металлические защитные покрытия (8 часов)**

Требования к металлическим защитным покрытиям. Анодные и катодные металлические покрытия.

Методы нанесения металлических защитных покрытий. Подготовка поверхности металлов перед нанесением покрытий.

Гальванические покрытия. Закономерности электрохимического осаждения металлов. Особенности цинкования, кадмирования, никелирования, хромирования, оловянирования.

Термодиффузионные покрытия алюминием, хромом, кремнием.

Покрытия, получаемые методом погружения в расплавленные металлы.

Плакирование. Металлизация напылением.

#### ***Виды учебных занятий:***

Лекция: Металлические защитные покрытия 1 час

### **Тема 5.3. Неметаллические защитные покрытия (8 часов)**

Неорганические покрытия: силикатные и керамические материалы. Фосфатные и оксидные защитные пленки: фосфатирование, оксидирование, пассивирование, анодирование. Органические покрытия: лакокрасочные покрытия, покрытия смолами и пластмассами. Эмали, цементные и бетонные покрытия, керамические и кислотоупорные плитки. Антикоррозионные плотные и жидкие смазки.

Консервация металлоизделий. Назначение консервации, условия хранения и классификация изделий, подвергаемых консервации. Средства, методы и типовые схемы консервации.

#### ***Виды учебных занятий:***

Лекции	Неметаллические защитные покрытия	1 часа
--------	-----------------------------------	--------

### **Тема 5.4. Электрохимическая защита. Воздействие на коррозионную среду (4 часа)**

Электрохимическая защита: катодная защита внешним током, протекторная защита, анодная защита, кислородная защита.

Обработка среды при газовой коррозии; инертные и защитные атмосферы, осушение атмосферы. Обработка растворов электролитов: уменьшение содержания деполяризатора, введение ингибиторов коррозии.

Ингибиторы коррозии. Ингибиторы для растворов: анодные, катодные, органические. Ингибиторы атмосферной коррозии.

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **5.1. Темы контрольной работы.**

1. Условие сплошности пленок Пиллинга-Бедвортса.
2. Законы роста оксидных пленок на металлах.
3. Влияние химического состава и структуры, предварительной пластической деформации, качества механической обработки поверхностей на скорость газовой коррозии металлов.
4. Влияние состава и температуры коррозионной среды на скорость газовой коррозии металлов.
5. Строение окарины.
6. Электрохимическая коррозии Al, Mg, Cu, Ni, Ti и их сплавов.
7. Обработка среды при газовой коррозии.
8. Защитные атмосферы.

### **5.2. Темы курсовых работ (проектов)**

Выполнение курсовой работы (проекта) учебным планом не предусмотрено.

## 5.2. Перечень методических рекомендаций

№ п/п	Наименование
1	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.
2	Методические рекомендации по выполнению контрольной работы.

## 5.3. Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Классификация коррозионных процессов по механизму, условиям протекания и характеру коррозионных поражений.

2. Химическая коррозия металлов, её разновидности. Термодинамические условия протекания химической коррозии и ее отличие от электрохимической коррозии.

3. Адсорбция окислителей на металлах. Образование пленок продуктов коррозии. Условие сплошности пленок Пиллинга-Бедвортса.

4. Кинетика газовой коррозии металлов. Линейный, параболический и логарифмический законы роста оксидных пленок на металлах.

5. Механизм газовой коррозии металлов. Теории жаростойкого легирования.

6. Влияние химического состава и структуры, предварительной пластической деформации, качества механической обработки поверхностей и наличия поверхностных дефектов на скорость газовой коррозии металлов.

7. Влияние состава и температуры коррозионной среды, давления и скорости движения коррозионной среды на скорость газовой коррозии металлов.

8. Диаграмма фазового равновесия системы железо-кислород. Окисление железа и сплавов на его основе. Строение окарины.

9. Особенности окисления железистых сплавов. Обезуглероживание стали и чугуна.

10. Водородная коррозия стали.

11. Особенности окисления алюминия, меди, титана, никеля, тугоплавких металлов и сплавов на их основе.

12. Особенности химической коррозии металлов в жидких неэлектролитах и жидкометаллических средах.

13. Электрохимическая коррозия металлов. Термодинамические условия протекания электрохимической коррозии и ее отличие от химической коррозии.

14. Стандартные, обратимые в необратимые электродные потенциалы металлов и факторы, влияющие на их величину. Диаграммы Пурбе.

15. Особенности кинетики анодных процессов. Концентрационные ограничения анодной реакции и роль продуктов коррозии.

16. Особенности кинетики катодных процессов. Катодные реакции с водородной и кислородной деполяризацией.

17. Коррозионные диаграммы "ток-потенциал". Основные практические случаи контроля электрохимических процессов.

18. Пассивное состояние металлов и его практическое значение. Пленочная и адсорбционная теории пассивности металлов.

19. Анодная поляризационная кривая. Влияние легирующих элементов на характерные точки анодной поляризационной кривой сталей. Практические следствия изучения явления пассивности.

20. Влияние термодинамической устойчивости и положения металла в периодической системе элементов Д.И. Менделеева, химического состава и структуры сплавов, состояния поверхности и механических напряжений на скорость электрохимической коррозии. Правило Таммана.

21. Влияние активности водородных ионов, состава и концентрации нейтральных растворов, наличия в агрессивной среде ингибиторов и стимуляторов коррозии на скорость электрохимической коррозии.

22. Влияние температуры, давления и перемешивания агрессивной среды, внешней поляризации, ультразвукового и радиоактивного излучения на скорость электрохимической коррозии.

23. Локальная коррозия и ее разновидности. Межкристаллитная коррозия. Особенности межкристаллитной коррозии нержавеющей сталей; ножевая коррозия. Межкристаллитная коррозия дуралюмина.

24. Особенности электрохимической коррозии железа и его сплавов.

25. Особенности электрохимической коррозии алюминия, магния, меди, никеля, титана и их сплавов.

26. Влияние статических и знакопеременных напряжений на электрохимическое поведение металлов, скорость коррозии и характер коррозионного разрушения.

27. Коррозионное растрескивание и его особенности. Коррозионное растрескивание сталей, алюминиевых, магниевых и медных сплавов.

28. Коррозионная усталость. Особенности коррозии при трении и кавитации.

29. Основные пути защиты металлических материалов от коррозии путем воздействия на металл, коррозионную среду и металлическую конструкцию.

30. Легирование как метод защиты от коррозии. Принципы жаростойкого и коррозионно-стойкого легирования.

31. Анодные и катодные металлические покрытия, Операции подготовки поверхности металлов и методы нанесения металлических защитных покрытий.

32. Гальванические покрытия. Основные закономерности и технологические особенности цинкования, кадмирования, никелирования, хромирования, оловянирования.

33. Термодиффузионные покрытия алюминием, хромом, кремнием.

34. Покрытия, получаемые методом погружения в расплавленные металлы, плакированием и напылением.

35. Назначение, основные закономерности и технологические особенности оксидирования и фосфатирования металлов.

36. Назначение и технологические особенности нанесения лакокрасочных покрытий на металлы.
37. Назначение и технологические особенности нанесения покрытий смолами, пластмассами, эмалирования металлов.
38. Анодные и катодные ингибиторы электрохимической коррозии.
39. Ингибиторы атмосферной коррозии. Антикоррозионные смазки.
40. Обработка среды при газовой коррозии. Защитные атмосферы.
41. Методы электрохимической защиты металлов от коррозии. Катодная защита внешним током, протекторная защита.
42. Методы электрохимической защиты металлов от коррозии. Анодная защита.
43. Методы защиты металлов и сплавов от газовой коррозии.
44. Методы борьбы с межкристаллитной коррозией. Методы предотвращения склонности нержавеющей сталей к межкристаллитной коррозии.
45. Контактная коррозия и факторы, на нее влияющие. Методы защиты металлов и сплавов от контактной коррозии.
46. Щелевая коррозия. Особенности щелевой коррозии сталей, алюминия, магния, меди и их сплавов. Методы борьбы со щелевой коррозией металлов и сплавов.
47. Точечная (питтинговая) коррозия и факторы, на нее влияющие. Методы борьбы с точечной коррозией металлов и сплавов.
48. Коррозия в естественных условиях и ее разновидности. Атмосферная коррозия и факторы, на нее влияющие.
49. Методы защиты металлов и сплавов от атмосферной коррозии.
50. Подземная коррозия и особенности ее протекания. Микробиологическая коррозия. Методы борьбы с подземной коррозией металлов и сплавов.
51. Морская коррозия и особенности ее протекания. Методы защиты металлов и сплавов от морской коррозии.
52. Назначение, средства, методы и типовые схемы консервации металлоизделий.
53. Прямые и косвенные показатели коррозии.
54. Классификация и сущность основных методов коррозионных испытаний.

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине по решению кафедры оформлен отдельным приложением к рабочей программе.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) основная литература:

1. Васильев В.Ю. Коррозионная стойкость и защита от коррозии металлических, порошковых и композиционных материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Ю. Васильев, Ю.А. Пустов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2005. — 130 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56737>

2. Теория обработки металлов давлением [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов 3 курса очного и 4 курса очно-заочной форм обучения направления 150400 «Металлургия», профиль «Обработка металлов давлением» / . — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 71 с. — 2227-8397. —

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22939>

3. Дембовский, В.В. Основы производства и обработки металлов [Электронный учебник]: учеб.-метод. комплекс / сост. В.В. Дембовский. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2009. – 159 с. – Режим доступа:

<http://lib.nwotu.ru:8087/jirbis2/>

4. Семенова, И.В. Коррозия и защита от коррозии [Электронный учебник]: учебное пособие / Семенова И.В. – М: Физматлит, 2006. - 376 с. Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/12981>

### б) дополнительная литература:

1. Сивенков, А.В. Коррозия и коррозионно-стойкие покрытия: учебно-методический комплекс / сост. А.В. Сивенков. - СПб.: Изд-во СЗТУ, 2009. - 142 с.

2. Солнцев, Ю.П. Материаловедение специальных отраслей машиностроения: учеб. пособие для вузов / Ю.П. Солнцев, В.Ю. Пирайнен, С.А. Вологжанина; под ред. Ю.П. Солнцева. - СПб.: Химиздат, 2007. - 782 с.

### Программное обеспечение

1. ППП MS Office 2016

2. Текстовый редактор Блокнот

3. Браузеры IE, Google Chrome, Mozilla Firefox

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО– ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронная информационно-образовательная среда АНО ВО "СЗТУ" (ЭИОС СЗТУ) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://edu.nwotu.ru/>.

2. Электронная библиотека АНО ВО "СЗТУ" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://lib.nwotu.ru:8087/jirbis2/>.
3. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>.
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
5. Информационная системы доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ИС ЭКБСОН)[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.vlibrary.ru/>.
6. Справочная правовая система «Консультант Плюс»,
7. Справочная правовая система «Гарант».

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение дисциплины «Коррозия и защита металлов» имеет свои особенности, которые обусловлены её местом в подготовке бакалавра. Выполняя важную образовательную функцию, связанную с формированием культуры мышления у студентов, «Коррозия и защита металлов» выступает в качестве основы приобретения способностей к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения. На основе изучения данной дисциплины у обучаемых формируются нравственно-патриотическое сознание, вырабатывается гражданская позиция.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельную работу студента, консультации.

На завершающем этапе изучения дисциплины необходимо, воспользовавшись предложенными вопросами для подготовки к зачету, размещенными в электронной информационной образовательной среде (ЭИОС), проверить качество усвоения учебного материала.

В случае затруднения в ответах на поставленные вопросы рекомендуется повторить учебный материал.

После изучения тем дисциплины следует приступить к выполнению контрольной работы.

В завершении изучения учебной дисциплины студент обязан пройти промежуточную аттестацию. Вид промежуточной аттестации определяется рабочим учебным планом. Форма проведения промежуточной аттестации – компьютерное тестирование с использованием автоматизированной системы тестирования знаний студентов в ЭИОС.

К промежуточной аттестации допускаются студенты, выполнившие требования рабочего учебного плана, выполнившие контрольную работу и набравшие достаточное количество баллов за учебную работу в соответствии с балльно-рейтинговой системой.



## **9.6. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости, по личному заявлению, осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

### **10.1. Internet – технологии:**

(WWW(англ. World Wide Web – Всемирная Паутина) – технология работы в сети с гипертекстами;

FTP (англ. File Transfer Protocol – протокол передачи файлов) – технология передачи по сети файлов произвольного формата;

IRC (англ. Internet Relay Chat – поочередный разговор в сети, чат) – технология ведения переговоров в реальном масштабе времени, дающая возможность разговаривать с другими людьми по сети в режиме прямого диалога;

ICQ (англ. I seek you – я ищу тебя, можно записать тремя указанными буквами) – технология ведения переговоров один на один в синхронном режиме.

### **10.2. Дистанционное обучение с использованием ЭИОС на платформе Moodle.**

– Технология мультимедиа в режиме диалога.

– Технология неконтактного информационного взаимодействия (виртуальные кабинеты, лаборатории).

– Гипертекстовая технология (электронные учебники, справочники, словари, энциклопедии).

## **11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Библиотека.
2. Справочно-правовая система Консультант Плюс.
3. Электронная информационно-образовательная среда университета.
4. Локальная сеть с выходом в Интернет.

## 12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА

Формирование оценки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины осуществляется с использованием балльно-рейтинговой оценки работы студента.

<b>Вид учебной работы, за которую ставятся баллы</b>	<b>Баллы</b>
Участие в online занятиях, прослушивание видеолекций	0 - 5
Контрольный тест к модулю 1	0 - 3
Контрольный тест к модулю 2	0 - 3
Контрольный тест к модулю 3	0 - 3
Контрольный тест к модулю 4	0 - 3
Контрольный тест к модулю 5	0 - 3
Практическая работа 1	0 - 6
Практическая работа 2	0 - 7
Практическая работа 3	0 - 7
<b>КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА</b>	<b>0 - 30</b>
<b>ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ</b>	<b>0 - 30</b>
<b>ВСЕГО</b>	<b>0 - 100</b>

<b>БОНУСЫ (баллы, которые могут быть добавлены до 100)</b>	<b>Баллы</b>
- за активность	0 - 10
- за участие в олимпиаде	0 - 50
- за участие в НИРС	0 - 50
- за оформление заявок на полезные методы (рац. предложения)	0 - 50

### Оценка по контрольной работе

<b>Оценка</b>	<b>Количество баллов</b>
отлично	27-30
хорошо	23-26
удовлетворительно	18-22
неудовлетворительно	менее 18

<b>Минимальный балл допуска к зачету</b>	<b>Не менее 51</b>
Незачтено	<b>Менее 51</b>
Зачтено	<b>51-100</b>

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 1. Перечень формируемых компетенций

#### *Профессиональные (ПК)*

<i>Код компетенции</i>	<i>Наименование и (или) описание компетенции</i>
<b>ПК-17</b>	умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
<b>ПК-18</b>	умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий

### 2. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые модули (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Модуль 1. Общие сведения о коррозии	ПК-17, ПК-18	Контрольный тест 1 Практическое занятие 1
2	Модуль 2. Химическая коррозия металлов	ПК-17, ПК-18	Контрольный тест 2
3	Модуль 3. Электрохимическая коррозия металлов	ПК-17, ПК-18	Контрольный тест 3 Практическое занятие 2
4	Модуль 4. Виды коррозии	ПК-17, ПК-18	Контрольный тест 4 Практическое занятие 3
5	Модуль 5. Защита от коррозии	ПК-17, ПК-18	Контрольный тест 5
9	Модули 1 - 5	ПК-17, ПК-18	Итоговый контрольный тест. Практическая работа Контрольная работа

### 3. Показатели и критерии оценивания компетенций по этапам формирования, описание шкал оценивания

Этапы освоения компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенций	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
Первый этап	Знать: основы теории коррозионных процессов в газовых и жидких электропроводящих средах; общие сведения о состоянии и изменении свойств конструкционных материалов под влиянием техногенных и антропогенных факторов; основные источники коррозионного воздействия на конструкционные материалы в производственной деятельности, их качественные и количественные характеристики, методы и способы прогнозирования надежности оборудования и последствий коррозионного воздействия. (ПК-17, ПК-18)	Не знает	Знает основы теории коррозионных процессов в газовых и жидких электропроводящих средах, но не знаком с основными источниками коррозионного воздействия на конструкционные материалы.	Способен определить основные источники коррозионного воздействия на конструкционные материалы в производственной деятельности, но допускает ошибки в их качественных и количественных характеристиках	Знает основы основы теории коррозионных процессов в газовых и жидких электропроводящих средах, но допускает ошибки при выборе концепции комплексного обеспечения защиты материалов от коррозии.	Знает основные источники коррозионного воздействия на конструкционные материалы в производственной деятельности, их качественные и количественные характеристики, методы и способы прогнозирования надежности оборудования и последствий коррозионного воздействия.
Второй этап	Уметь: оценить характер влияния окружающей или производственной среды на закономерности течения коррозионных процессов; выбрать конструкционный материал; обосновать конструкцию аппарата и комплекс мероприятий по защите оборудования и транспортных коммуникаций от коррозионного воздействия окружающей среды ПК-17, ПК-18	Не умеет	Ошибается при оценке характера влияния окружающей или производственной среды на закономерности течения коррозионных процессов.	Владеет основными методами и средствами оценки характера влияния окружающей или производственной среды на закономерности течения коррозионных процессов, но ошибается в выборе конструкционных материалов защищающих оборудование от коррозионного воздействия окружающей среды.	Правильно ориентируется в обосновании конструкции аппарата и комплексе мероприятий по защите оборудования и транспортных коммуникаций, но допускает ошибки при выборе конструкционного материала.	Правильно оценивает характер влияния окружающей или производственной среды на закономерности течения коррозионных процессов; комплекс мероприятий по защите оборудования и транспортных коммуникаций от коррозионного воздействия окружающей среды.
Третий этап	Владеть: методами оценки коррозионной стойкости металлических материалов; методологией выбора оборудования, материала для его изготовления, а также способа защиты оборудования от коррозии. ПК-17, ПК-18	Не владеет	Частично способен оценить коррозионную стойкость металлических материалов; допускает ошибки при выборе способа защиты оборудования от коррозии.	Владеет методологией выбора оборудования, материала для его изготовления, а также способа защиты оборудования от коррозии, но допускает ошибки при оценке коррозионной стойкости металлических материалов.	Владеет методологией выбора оборудования, материала для его изготовления, но допускает ошибки при отстаивании способа защиты оборудования от коррозии.	Владеет методами оценки коррозионной стойкости металлических материалов; методологией выбора оборудования, материала для его изготовления, а также способа защиты оборудования от коррозии.

#### 4. Шкалы оценивания

##### (балльно-рейтинговая система)

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Участие в online занятиях, прослушивание видеолекций	0 - 5
Контрольный тест к модулю 1	0 - 3
Контрольный тест к модулю 2	0 - 3
Контрольный тест к модулю 3	0 - 3
Контрольный тест к модулю 4	0 - 3
Контрольный тест к модулю 5	0 - 3
Практическая работа 1	0 - 6
Практическая работа 2	0 – 7
Практическая работа 3	0 – 7
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА	0 - 30
ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ	0 - 30
<b>ВСЕГО</b>	<b>0 - 100</b>

Минимальный балл допуска к зачету	Не менее 51
Незачтено	Менее 51
Зачтено	51-100

#### 5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций при изучении учебной дисциплины в процессе освоения образовательной программы

##### 5.1. Типовой вариант задания на контрольную работу

###### Вариант 1

1. Железо окисляется на воздухе при температурах 300...400 °С. Описать сущность закона роста оксидной пленки в этих условиях и привести зависимость скорости роста оксидной пленки от времени.

2. В процессе электрохимической коррозии равновесный потенциал металла равен минус 0,732 В, а равновесный потенциал окислителя равен минус 0,924 В. Объяснить с помощью коррозионных диаграмм возможность или невозможность процесса коррозии при указанных значениях потенциалов.

3. Детали, изготовленные из низкоуглеродистой стали, предназначены для работы в условиях сухой атмосферной коррозии. Выбрать и описать наиболее целесообразный метод защиты деталей от этого вида коррозии.

## 5.2. Типовой вариант задания на практическую работу

### «Изучение влияния температуры на кинетику газовой коррозии металлов»

#### *I. Цель работы*

С помощью гравиметрического метода изучить кинетику газовой коррозии (окисления) металлов в воздушной среде в зависимости от температуры и времени.

#### *II. Теоретическое обоснование*

Газовая коррозия металлов является одним из видов химической коррозии. Кинетика (скорость) этого вида коррозии зависит как от внешних, так и от внутренних факторов.

В данной работе рассмотрим влияние внешних факторов, к которым относятся температура газовой среды, режим нагрева при термической обработке или обработке металлов давлением, состав газовой среды, скорость движения газовой среды и другие.

**Температура.** Температура очень сильно влияет на кинетику газовой коррозии. Это влияние может быть выражено известным уравнением Аррениуса:

$$K = D e^{-\frac{Q}{RT}}, \quad (1.1)$$

где:  $K$  - константа скорости химической реакции;  $D$  - постоянная, равная  $K$  при  $1/T=0$ ;  $Q$  - энергия активации химической реакции;  $R$  - газовая постоянная;  $T$  - температура, К.

Из уравнения следует, что скорость газовой коррозии ( $K_m$ ) в зависимости от температуры возрастает по экспоненциальному закону (рис.1.1, а). В координатах  $1/T - \lg K_m$  эта зависимость выражается ломаной линией (рис.1.1, б).

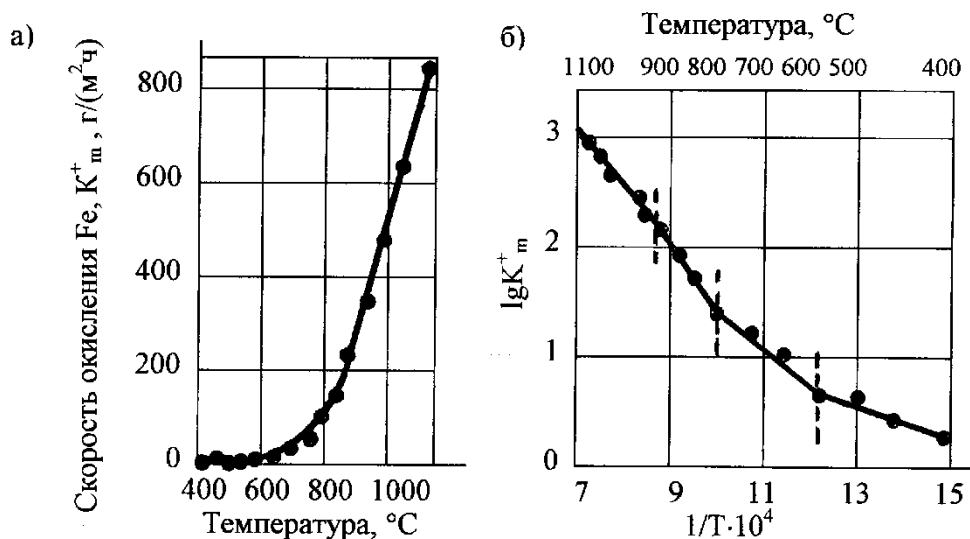


Рис.1.1. Зависимость скорости газовой коррозии от температуры на примере окисления железа

Однако, зависимость скорости газовой коррозии от температуры чаще всего имеет более сложный характер, так как с изменением температуры могут изменяться структура и свойства как металла, так и продуктов коррозии. Если продукты коррозии рыхлые, легко осыпаются с поверхности металла, то они не затрудняют доступа к ней газа (большой частью кислорода воздуха) и не замедляют коррозии. Если продукты коррозии затрудняют доступ газа к поверхности металла, то они замедляют коррозию.

**Строение продуктов коррозии на железе** при окислении (наиболее распространенном виде газовой коррозии) соответствует диаграмме состояния железо - кислород (рис.1.2).

До температуры 575  $^\circ\text{C}$  продукты коррозии состоят из **гематита** ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) и **магнетита** ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Выше 575  $^\circ\text{C}$  образуется **вюстит** ( $\text{FeO}$ ) и продукты коррозии будут иметь три слоя (по мере удаления от поверхности внутрь металла) - гематит, магнетит, вюстит.

Дальнейшее повышение температуры не приводит к появлению новых фаз в продуктах коррозии, а образовавшиеся три слоя увеличиваются по толщине. Толщина образующихся продуктов коррозии зависит от температуры и времени, при этом рост пленки во времени подчиняется параболическому или логарифмическому закону.

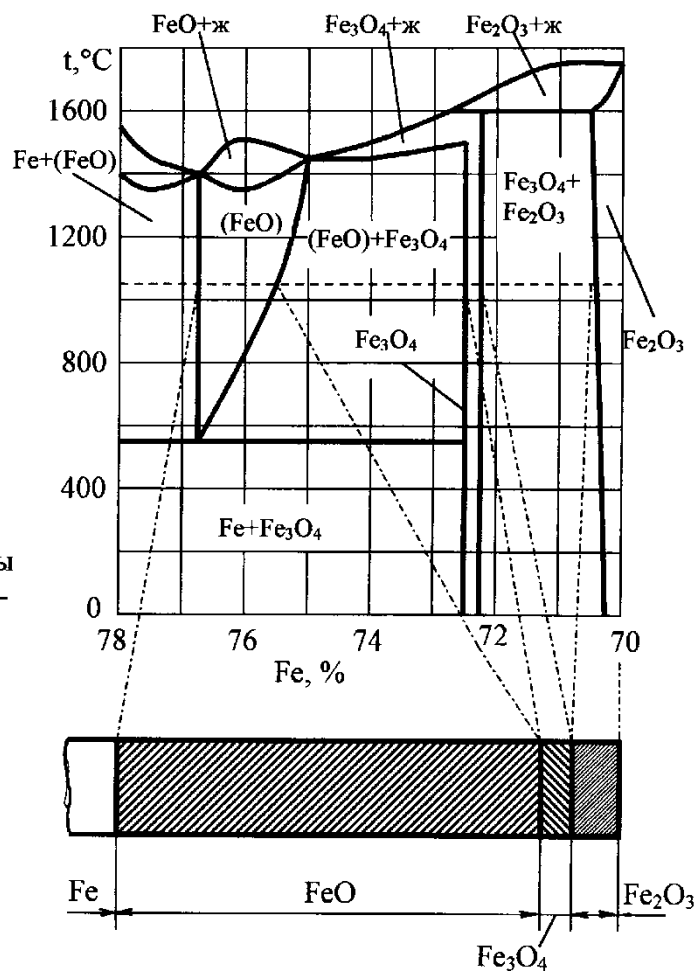


Рис.1.2. Часть диаграммы состояния системы железо-кислород.

Схема строения продуктов коррозии на железе.

**Режим нагрева** при термической обработке или при обработке металлов давлением. Скорость газовой коррозии металлов увеличивается при колебаниях температуры нагрева и особенно сильно при переменном нагреве и охлаждении. В таких случаях в продуктах коррозии возникают термические напряжения, которые сопровождаются образованием трещин, например, в оксидной пленке, и ее отслаиванием.

**Состав газовой среды.** Состав газовой среды оказывает существенное влияние на скорость коррозии, но оно специфично для разных металлов, зависит от температуры и присутствия агрессивных газов. К числу таких газов относятся кислород, пары воды, водород, углекислый газ, сернистые соединения. В атмосфере  $\text{SO}_2$  очень сильно корродирует никель в интервале температур 700-900 $^\circ\text{C}$ , а медь в этих условиях обладает высокой коррозионной стойкостью; хром устойчив против газовой коррозии в кислороде, парах воды,  $\text{SO}_2$ , углекислом газе.

На газовую коррозию железа и стали особенно сильно влияют соединения серы, пары воды и кислород.

Наиболее сильное влияние на коррозионную стойкость оказывает совместное присутствие в атмосфере паров воды и соединений серы. Скорость газовой коррозии в таких средах увеличивается в 2-3 раза. Окись углерода, наоборот, значительно снижает скорость коррозии стали и может свести ее к нулю (рис.1.3).



Следует отметить, что при высокой концентрации СО возникает вероятность науглероживания поверхности стали.

**Скорость движения газовой среды.** С увеличением скорости движения газовой среды скорость коррозии увеличивается до некоторого предела, выше которого остается практически постоянной (рис.1.4).

Предельные значения скорости коррозии при данной температуре достигаются, как иногда утверждают, при малых скоростях газового потока. Однако, вопрос влияния скорости движения газовой среды на кинетику коррозии изучен еще недостаточно.

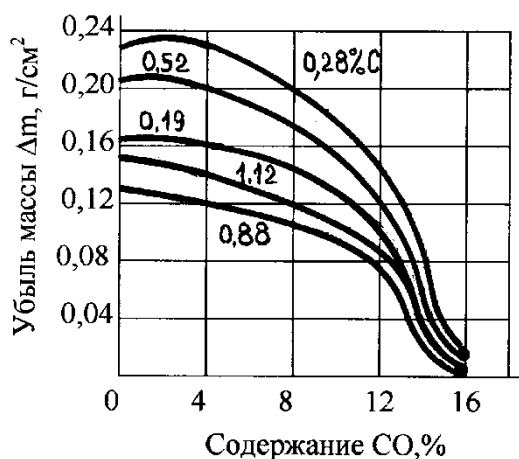


Рис.1.3. Влияние содержания СО в атмосфере печи на скорость коррозии углеродистых сталей при температуре 1260°С (выдержка 40 мин).

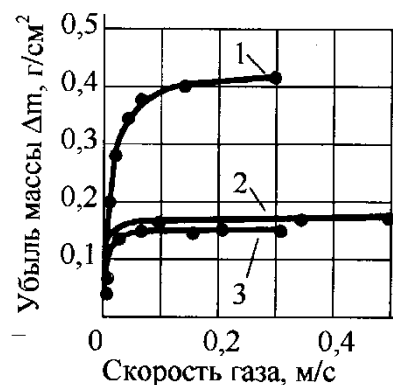


Рис.1.4. Влияние скорости движения газовой среды на кинетику коррозии стали с 0,15%С при температуре 1260°С (выдержка 40 мин): 1 - пары воды, 2-воздух, 3-углекислый газ.

### III. Содержание отчета

1. Сущность гравиметрического метода. Формула для определения глубинного показателя коррозии (объяснить смысл входящих в нее величин).

3. Десятибалльная шкала коррозионной стойкости металлов.

4. Часть диаграммы Fe-O. Краткая характеристика продуктов коррозии железа.

5. Схема установки для непрерывного взвешивания образца без извлечения его из печи.

6. Построить зависимость скорости окисления железа от температуры если в процессе окисления железа на воздухе было зафиксировано следующее изменение массы образца (г/м<sup>2</sup> · ч): при 600 °С - 10, при 800 °С - 95, при 1000 °С - 480, при 1100 °С - 820.

7. Выводы:

- о влиянии температуры на кинетику газовой коррозии металлов в воздушной среде;

- о закономерностях роста оксидной пленки во времени в воздушной среде при различных температурах.

### 5.3. Типовой тест промежуточной аттестации

1. Газовая коррозия - это
  - a) вид химической коррозии;
  - в) вид электрохимической коррозии;
  - с) химическая коррозия в сухой атмосфере;
  - d) электрохимическая коррозия в газовой среде;
  
2. Вюстит - это
  - a) окись железа  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;
  - в) закись-окись железа  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ;
  - с) закись железа  $\text{FeO}$ ;
  - d) ингибитор коррозии для железа;
  
3. Жаростойкость - это
  - a) способность металла сопротивляться коррозионному воздействию газов при высоких температурах;
  - в) способность материала при воздействии высоких температур сохранять высокие механические свойства;
  - с) способность металлов при воздействии высоких температур сопротивляться газовой коррозии и сохранять при этом высокие механические свойства;
  - d) высокая температура плавления металла;
  
4. Основные легирующие элементы жаростойких сплавов на основе железа:
  - a) Ti, Co, Cu, Be;
  - в) Ni, Mn, S, P;
  - с) W, Mo, V;
  - d) Cr, Al, Si;
  
5. Пассивность - это
  - a) использование защитной атмосферы;
  - в) коррозионно-стойкое легирование;
  - с) обработка металла ингибиторами коррозии;
  - d) состояние относительно высокой коррозионной стойкости, вызванное торможением анодной реакции ионизации металла;
  
6. Алитирование – это
  - a) кислородная защита;
  - в) способ нанесения стеклоэмалевого защитного покрытия;
  - с) способ нанесения защитного покрытия на основе алюминия;
  - d) способ нанесения защитного покрытия на основе кремния;
  
7. Анодная защита - это

а) защищаемую металлическую конструкцию подсоединяют к положительному полюсу внешнего источника тока, а вспомогательный электрод – к отрицательному;

в) защищаемую металлическую конструкцию подсоединяют к отрицательному полюсу внешнего источника тока, а вспомогательный электрод - к положительному;

с) защищаемую металлическую конструкцию подсоединяют к металлу, имеющему более электроотрицательный электродный потенциал;

д) использование защитной атмосферы;

8. На рост потерь от коррозии оказывают влияние

а) износ и старение оборудования;

в) использование не эффективных материалов;

с) агрессивная среда;

д) нарушение технологии эксплуатации;

### **6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

6.1 Итоговый контрольный тест доступен студенту только во время тестирования, согласно расписания занятий или в установленное деканатом время.

6.2. Студент информируется о результатах текущей успеваемости.

6.3 Студент получает информацию о текущей успеваемости, начислении бонусных баллов и допуске к процедуре итогового тестирования от преподавателя или в ЭИОС.

6.4. Производится идентификация личности студента.

6.5. Студентам, допущенным к промежуточной аттестации, открывается итоговый контрольный тест.

6.6. Тест закрывается студентом лично по завершении тестирования или автоматически по истечении времени тестирования.