



## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Волжский политехнический институт  
(филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Волгоградский государственный технический университет»

### Вечерний факультет

УТВЕРЖДЕНО  
Вечерний факультет  
Декан Лапшина С.В.  
30.08.2023 г.

## Защита от коррозии

### рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

Закреплена за кафедрой	<b>Химическая технология полимеров и промышленная экология</b>		
Учебный план	22.03.02 Металлургия		
Профиль	<b>Обработка металлов давлением</b>		
Квалификация	<b>бакалавр</b>		
Срок обучения	<b>3 года 6 месяцев</b>		
Индивидуальный план	<b>на базе высшего образования</b>		
Ускоренное обучение	<b>На базе СПО</b>		
Форма обучения	<b>очно-заочная</b>	Общая трудоемкость	<b>2 ЗЕТ</b>
Виды контроля в семестрах:	зачеты 7		

Семестр(Курс.Номер семестра на курсе)	7(4.1)		Итого	
	УП	ПП	УП	ПП
Лекции	8	8	8	8
Лабораторные	16	16	16	16
Итого ауд.	24	24	24	24
Контактная работа	24	24	24	24
Сам. работа	12	12	12	12
Часы на контроль	0	0	0	0
Практическая подготовка	0	0	0	0
Итого трудоемкость в часах	36	36	0	0

## ЛИСТ ОДОБРЕНИЯ И СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Разработчик(и) программы:

Доцент, к.с.-х.н, Хлобжева И.Н.

ст. преподаватель, Крекалева Т.В.

Рецензент(ы):

(при наличии)

*д.т.н., профессор, Носенко Владимир Андреевич*

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

**Защита от коррозии**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

составлена на основании учебного плана:

22.03.02 Metallургия

Профиль: Обработка металлов давлением

утвержденного учёным советом вуза от 31.05.2023 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры:

Химическая технология полимеров и промышленная экология

Зав. кафедрой, д.т.н., проф. Кейбал Н.А.

СОГЛАСОВАНО:

Вечерний факультет

Председатель НМС факультета Лапшина С.В.

Протокол заседания НМС факультета № 1 от 30.08.2023 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики) актуализирована

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ). ВИД, ТИП ПРАКТИКИ, СПОСОБ И ФОРМА (ФОРМЫ) ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ.</b>
обучение студентов теоретическим основам коррозии металлов и сплавов; обучение методам расчета показателей скорости коррозии; сознательному выбору методов защиты от коррозии аппаратуры, работающей в сильноагрессивных средах.
Задачи изучения дисциплины:
- изучение теоретических основ электрохимической коррозии как основного процесса разрушения материалов в агрессивных средах,
- термодинамические и кинетические аспекты коррозии,- основные факторы, определяющие возможность коррозионного разрушения,
- особенности процессов коррозионного разрушения современных материалов,
- принципы создания современных методов защиты от воздействия агрессивных сред

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Теоретическая механика
2.1.2	Математика
2.1.3	Сопrotивление материалов
2.1.4	Физика
2.1.5	Физическая химия
2.1.6	Механика сплошных сред
2.1.7	Численные методы
2.1.8	Методика контроля и анализа материалов
2.1.9	Теория автоматического управления
2.1.10	Гидравлика и основы гидропривода
2.1.11	Электротехника и электроника
2.1.12	Теория решения изобретательских задач
2.1.13	Химия
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Компьютерное моделирование процессов и объектов в металлургии
2.2.2	Теория автоматического управления
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)</b>	
<b>ОПК-1.2: Уметь решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования.</b>	
:	
Результаты обучения: Знать: Методы испытания материалов на коррозионную стойкость ; Классификацию материалов по коррозионной стойкости в зависимости от характера коррозионной среды и условий эксплуатации; Методы диагностики коррозионных разрушений и подходы к их предотвращению. Уметь: Проводить оценку риска коррозионных разрушений материалов на основе результатов стандартных испытаний ; Осуществлять оптимальный выбор материалов для изготовления оборудования, сооружений и конструкций по критериям максимальной коррозионной стойкости с учетом характера коррозионной среды и условий эксплуатации ; Проводить мероприятия по предотвращению коррозии оборудования, сооружений и конструкций; Владеть: Навыками проведения расчетов показателей коррозионной стойкости на основании результатов испытаний, Навыками сравнительного анализа материалов по критериям коррозионной стойкости, Навыками проведения испытаний материалов и элементов оборудования и конструкций на коррозионную стойкость.	
<b>ОПК-1.3: Владеть навыками теоретических и экспериментальных исследований объектов профессиональной деятельности.</b>	

:					
<p>Результаты обучения: Знать физические основы и принципы функционирования измерительных устройств при экспериментальном определении величин основных факторов и критериев функционирования технологического оборудования, опоставляет технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве.</p> <p>Уметь: - сформированное умение использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом; - сформированное умение использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности.</p> <p>Владеть: - успешное и систематическое применение навыков осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом, навыками использования технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, навыками выбора технологии с учетом экологических последствий их применения; - успешное и систематическое применение навыков использования своих знаний для решения задач профессиональной деятельности</p>					
<b>4. СТРУКТУРА, СОДЕРЖАНИЕ И ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)</b>					
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Форма контроля (Наименование оценочного средства)
	<b>Раздел 1. Классификация и виды коррозионных процессов</b>				
1.1	<p>Определение коррозии и значение проблемы коррозии металлов. Прямые и косвенные потери от коррозии металлов. Экономические и эксплуатационные расходы связанные с коррозией металлов. Виды коррозии и коррозионных разрушений. Количественная и качественная оценка коррозии. Классификация методов исследования коррозии. Гравиметрические, химические, электрохимические и другие методы коррозионных испытаний и разрушающего и неразрушающего контроля коррозионной устойчивости материалов и оборудования. Коррозионные испытания при электрохимической коррозии. Коррозионные испытания при химической коррозии. Способы выражения и методы определения скорости металлов. Оценка коррозионной стойкости металлов и сплавов. /Лек/</p>	7	0.5	ОПК-1.2 ОПК-1.3	
	<b>Раздел 2. Химическая коррозия</b>				
2.1	<p>Газовая коррозия металлов. Образование окисных соединений на поверхности металла. Условия образования сплошной оксидной пленки. Устойчивость защитных пленок. Законы роста пленок на металле. Методы защиты металлов от газовой коррозии. Особые случаи газовой коррозии металлов. Химическая коррозия в жидких средах. Коррозия металлов в неэлектролитах. /Лек/</p>	7	0.5	ОПК-1.2 ОПК-1.3	
2.2	Техника безопасности проведения лабораторной работы /Лаб/	7	4	ОПК-1.2	
2.3	Контрольная работа. Часть 1. Теоретические вопросы дисциплины /Ср/	7	2	ОПК-1.2	
	<b>Раздел 3. Электрохимическая коррозия.</b>				
3.1	<p>Теоретические основы электрохимической коррозии. Механизм электрохимической коррозии металлов. Двойной электрический слой. Строение двойного электрического слоя. Электродный потенциал. /Лек/</p>	7	0.5	ОПК-1.2 ОПК-1.3	
3.2	<p>Кинетика процессов электрохимической коррозии. Поляризация электродных процессов. Поляризационные кривые. Сущность анодной и катодной поляризации. Коррозия металлов с водородной депполяризацией и кислородная депполяризации. Основные случаи контроля электрохимических процессов. /Лек/</p>	7	0.5	ОПК-1.2 ОПК-1.3	
3.3	<p>Пассивность металлов. Явление пассивности металлов. Факторы, влияющие на пассивацию металлов. Перепассивация металлов. Повышение пассивности металлов за счет легирования. /Лек/</p>	7	0.5	ОПК-1.2 ОПК-1.3	

3.4	Определение скорости коррозии железных сплавов по количеству выделившегося водорода /Лаб/	7	3	ОПК-1.2	
3.5	Контактная коррозия. Коррозия двух металлов в контакте. Факторы, влияющие на контактную коррозию. Способы борьбы с контактной коррозией /Лек/	7	0.5	ОПК-1.2 ОПК-1.3	
3.6	Атмосферная коррозия. Виды и механизм атмосферной коррозии. Факторы, влияющие на механизм и скорость атмосферной коррозии. /Лек/	7	0.5	ОПК-1.2 ОПК-1.3	
3.7	Подземная коррозия. Виды и механизм подземной коррозии. Влияние различных факторов на подземную коррозию /Лек/	7	0.5	ОПК-1.2 ОПК-1.3	
	<b>Раздел 4. Методы коррозионных испытаний.</b>				
4.1	Количественная и качественная оценка коррозии. Классификация методов исследования коррозии. Гравиметрические, химические, электрохимические и другие методы коррозионных испытаний и разрушающего и неразрушающего контроля коррозионной устойчивости материалов и оборудования. Коррозионные испытания при электрохимической коррозии. Коррозионные испытания при химической коррозии. Способы выражения и методы определения скорости металлов. Оценка коррозионной стойкости металлов и сплавов. /Лек/	7	0.5	ОПК-1.2 ОПК-1.3	
	<b>Раздел 5. Коррозия важнейших металлов и сплавов.</b>				
5.1	Коррозия железоуглеродистых сплавов. Поведение в агрессивных средах углеродистых, низколегированных, хромистых и хромоникелевых сталей. Коррозионностойкие чугуны. Коррозия цветных металлов и сплавов. Влияние внутренних, внешних и конструктивных факторов на развитие коррозионных разрушений /Лек/	7	0.5	ОПК-1.2 ОПК-1.3	
	<b>Раздел 6. Коррозионно-стойкие материалы.</b>				
6.1	Коррозионностойкие металлы и сплавы на основе чёрных, цветных и редких металлов. Полимерные, углеграфитовые и силикатные материалы, их свойства и применение для оборудования. Стандартное оборудование из металлов и неметаллов. /Лек/	7	0.5	ОПК-1.2 ОПК-1.3	
6.2	Контрольная работа. Часть 2. Задачи. /Ср/	7	2	ОПК-1.2	
	<b>Раздел 7. Методы защиты от коррозии</b>				
7.1	Электрохимическая защита от коррозии металлов. Основные виды электрохимической защиты. Катодная защита. Протекторная защита. Катодная защита внешним током. Анодная защита. /Лек/	7	0.5	ОПК-1.2 ОПК-1.3	
7.2	Протекторная защита металлов от коррозии /Лаб/	7	3	ОПК-1.2	
7.3	Защита от коррозии обработкой коррозионной среды. Способы обработки среды. Ингибиторная защита. Анодные замедлители коррозии. Катодные замедлители коррозии. Органические ингибиторы. Временная защита металлов от коррозии при помощи масел, смазок, специальных композиций. /Лек/	7	1	ОПК-1.2 ОПК-1.3	
7.4	Защита металлов от коррозии ингибиторами /Лаб/	7	3	ОПК-1.2	
7.5	Защита металлов от коррозии покрытиями. Подготовка поверхности к нанесению покрытий. Методы нанесения защитных металлических покрытий. Металлические покрытия. Неметаллические покрытия. Консервация металлоизделий. Назначение и условие хранения изделий. Классификация изделий подвергающихся консервации. Типовые схемы консервации  /Лек/	7	1	ОПК-1.2 ОПК-1.3	
7.6	Электролитическое лужение стали /Лаб/	7	3	ОПК-1.2	

7.7	Контрольная работа. Часть 3. Реферативно-аналитическая работа /Ср/	7	2	ОПК-1.2	
	<b>Раздел 8. Промежуточный контроль</b>				
8.1	Проверочные работы с использованием рекомендованной литературы /Ср/	7	5	ОПК-1.2	
8.2	Подготовка к зачету /Ср/	7	1	ОПК-1.2	

Примечание. Формы контроля: Эк – экзамен, К- контрольная работа, Ко- контрольный опрос, Сз- семестровое задание, З-зачет, ОП -отчет по практике.

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства планируемых результатов обучения представлены в виде фондов оценочных средств (ФОС), разработанных в соответствии с локальным нормативным актом университета. ФОС может быть представлен в Приложении к рабочей программе.

Контрольные вопросы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины: Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в фонде оценочных средств.

Типовые вопросы для оценочного средства Собеседование №1

Раздел 1. Классификация и виды коррозионных процессов

1. Дайте определение термину «коррозия».
2. К какому типу процесса относится коррозия – гомогенному или гетерогенному?
3. Какие факторы характеризуют увеличение потребностей людей в промышленном производстве?
4. Назовите основные показатели ущерба, наносимого коррозией. Какие виды потерь вы знаете?
5. Охарактеризуйте состояние металлофонда Российской Федерации.
6. Назовите причины выхода из строя оборудования и транспортных коммуникаций. Приведите цифровые данные.
7. Какие показатели используют при оценке газовой коррозии?
8. Как рассчитываются массовые показатели коррозии?
9. Как перейти от массовых показателей коррозии к глубинному?
10. Что такое коррозия металлов? Причины её возникновения.
11. В чем заключаются экономические и экологические проблемы коррозии?
12. По каким признакам классифицируют коррозионные процессы?
13. Назовите разновидности локальной коррозии.
14. На какие виды подразделяется коррозия в зависимости от механизма процесса и формы коррозионных разрушений?
15. Классификация коррозионных процессов по виду (геометрическому характеру) коррозионных разрушений на поверхности или в объеме металла.
16. Классификация коррозионных процессов по механизму реакций взаимодействия металла со средой
17. Классификация коррозионных процессов по типу коррозионной среды
18. Классификация коррозионных процессов по характеру дополнительных воздействий
19. В чем суть «фреттинг»- коррозии? В чем особенности коррозии при кавитации?
20. Питтинговая коррозия? Дайте определение питтинг- коррозии.
21. Какие факторы влияют на питтинг- коррозию?
22. Назовите характерные признаки питтинговой коррозии.
23. Перечислите способы защиты от питтинговой коррозии.
24. Дайте определение межкристаллитной коррозии.
25. Охарактеризуйте основные особенности протекания межкристаллитной коррозии.
26. Какие условия возникновения межкристаллитная коррозия?
27. Что называют ножевой и избирательной коррозией? В каких условиях протекают ножевая и избирательная коррозия.
28. Что такое коррозионное растрескивание и коррозионная усталость?
29. Что является причиной коррозионной усталости?
30. Атмосферная коррозия. Факторы атмосферной коррозии металлов

Типовые вопросы для оценочного средства Собеседование №2

Раздел 2. Химическая коррозия

1. Приведите определение химического механизма коррозии. При каких условиях он реализуется в газовой фазе.
2. Какие особые случаи протекания газовой коррозии вы знаете?
3. В чем состоит суть кинетики газовой коррозии?
4. Термодинамика и кинетика химической коррозии металлов и сплавов. Теории химической коррозии.
5. Влияние внешних и внутренних факторов на химическую коррозию металлов
6. В чем причины и каковы механизмы коррозии в жидких неэлектролитах?
7. Сформулируйте условие возможности окисления металла кислородом. Какие стадии определяют скорость процесса химической коррозии металлов в неэлектролитах?
8. Какие вещества сообщают высокую коррозионную активность нефти?
9. Из каких стадий складывается разрушение металлов в жидких металлах?

10. Что является причиной межкристаллитного растворения твердых металлов в жидком?
11. Какими свойствами должна обладать защитная плёнка?
12. Назовите основной критерий сплошности образующейся на металле оксидной плёнки.
13. Приведите законы роста сплошных и пористых оксидных плёнок.
14. Чем контролируется скорость газовой коррозии металлов в условиях образования несплошных плёнок продуктов коррозии?
15. По какому закону изменяется толщина пленки во времени если скорость окисления металла контролируется диффузией?
16. Дайте определение газовой коррозии металлов.
17. Как изменяется скорость газовой коррозии металлов с повышением температуры?
18. Укажите условия, при которых протекает газовая коррозия.
19. Что называется жаропрочностью и жаростойкостью металла?
20. Что такое высокотемпературная пассивация ?
21. Какие существуют подходы к жаростойкому легированию?
22. Какими качествами должен обладать легирующий элемент для повышения жаростойкости?

#### Типовые вопросы для оценочного средства. Собеседование №3

##### Раздел 3. Электрохимическая коррозия.

1. Приведите известные вам примеры, которые сопровождаются электрохимической коррозией.
2. Как образуется двойной электрический слой? Опишите его строение.
3. На основании, каких термодинамических величин можно сделать заключение о возможности протекания коррозии?
4. Что представляют собой диаграммы Пурбе?
5. Что называется концентрированной поляризацией? Приведите основные уравнения.
6. Приведите основное уравнение кинетики электрохимической реакции с замедленной стадией разряда-ионизации.
7. Приведите уравнения Тафеля. В каких координатах реализуется прямолинейная зависимость между плотностью тока и потенциалом.
8. Охарактеризуйте коррозионный процесс с водородной деполяризацией.
9. Охарактеризуйте коррозионный процесс с кислородной деполяризацией.
10. Изобразите поляризационную кривую растворения металла. Какие участки выделяют на ней.
11. Каковы закономерности ионизации металла в активном состоянии.
12. Что называется коррозионной диаграммой? Как она строится? Какие виды контроля коррозионного процесса вам известны?
13. Какие аномальные явления наблюдаются при растворении металлов?
14. Чем характеризуется пассивация металлов? Каковы закономерности поведения металла в пассивном состоянии.
15. В чем состоит явление пассивности, возникающей под действием окислителей.
16. Охарактеризуйте пленочную теорию пассивного состояния металлов.
17. Охарактеризуйте адсорбционную теорию пассивного состояния металлов.
18. К каким важным выводам привело изучение пассивности металлов?

#### Типовые вопросы для оценочного средства. Собеседование №3

##### Раздел 4. Методы коррозионных испытаний.

1. Какова цель коррозионных испытаний?
2. Что представляют собой полевые и натурные испытания?
3. Классификация методов коррозионных исследований.
4. Общая характеристика методов коррозионных испытаний.
5. В чем суть гравиметрического (весового) способа измерения скорости коррозии?
6. В чем состоит глубинный способ измерения размеров образца?
7. В чем состоит волюмометрический (объемный) способ измерения скорости коррозии?
8. В чем состоит резистометрический способ измерения скорости коррозии?
9. В чем состоит электрохимический способ измерения скорости коррозии?
10. Анализ химического сопротивления материалов в натуральных условиях, использование образцов-свидетелей.
11. Экспертная оценка коррозионных повреждений и стойкости защитных пленок на металле.
12. Десятибальная шкала коррозионной стойкости металлов.
13. Сравнительность коррозионных исследований.
14. Лабораторные методы исследований
15. Методы изучения пленок на металлах
16. Методы исследований металлов на газовую коррозию
17. Общие методы исследований коррозии металлов в электролитах
18. Специальные методы исследований коррозии металлов в растворах
19. Электрохимические методы исследований металлов в растворах
20. Внелабораторные и эксплуатационные исследования
21. Исследования в атмосфере
22. Исследования в море
23. Исследования в грунте
24. Исследования в заводской аппаратуре

25. Какие существуют методы испытания нержавеющих сталей и их сварных соединений?  
 26. Эксплуатационные исследования

Типовой вариант оценочного средства. Комплект задач №1

1. Оценить коррозионную стойкость меди на воздухе при высокой температуре. Медная пластина размером 70x50x2 мм после 10 суток окисления весила 62,82г. Плотность меди 8,96г/см<sup>3</sup>.
2. Оценить коррозионную стойкость железа на воздухе при высокой температуре. Железная пластина размером 100x50x2,5 мм после 7 суток окисления весила 100,75г. Плотность железа 7,874г/см<sup>3</sup>.
3. Оценить коррозионную стойкость цинка на воздухе при высокой температуре. Цинковая пластина размером 30x70x4мм после 12 суток окисления 61,705г. Плотность цинка 7,133г/см<sup>3</sup>.
4. Оценить коррозионную стойкость олова на воздухе при высокой температуре. Оловянная пластина размером 70x70x3мм после 22 суток окисления 110,112г. Плотность олова при 20оС составляет 7,29г/см<sup>3</sup>.
5. Цинковая пластина размером 30x70x4мм после 20 суток окисления весила 61,705г. Плотность цинка 7,133г/см<sup>3</sup>. Рассчитайте массовый показатель коррозии пластины, затем токовый и глубинный показатели.
6. Оценить коррозионную стойкость никеля на воздухе при высокой температуре. Никелевая пластина размером 40x60x3мм после 11 суток.
7. Глубина питтинга на алюминиевой трубе, помещенной в морскую воду, за год достигла 1,13 см. Рассчитайте среднюю плотность тока в вершине питтинга, который соответствует скорости его роста. Плотность алюминия 2,699 г/см<sup>3</sup>.
8. Блуждающий ток силой 0,7 А проходит через подземный участок железной трубы, имеющей диаметр 60 мм и длину 0,6096 м. Какова начальная скорость коррозии? Рассчитать глубинный показатель коррозии, если плотность железа составляет 7,874 г/см<sup>3</sup>.
9. Блуждающий ток силой 0,6 А проходит через подземный участок медной трубы, имеющий диаметр 50,8мм и длину 2,5м. Какова начальная скорость коррозии? Рассчитать глубинный показатель коррозии, если плотность меди составляет 8,96г/см<sup>3</sup>.
10. При коррозии железной пластины весом 298г размером 90x140x3 мм на воздухе прокорродировало 2% от массы железа в течение 15 суток. Вычислите объемный показатель коррозии при нормальных условиях, считая продуктом коррозии оксид железа Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Типовой вариант оценочного средства. Комплект задач №2

1. При электрохимической коррозии стационарный потенциал металла близок к своему равновесному значению. Объяснить с помощью коррозионных диаграмм характер коррозии металла при указанных условиях.
2. Детали, изготовленные из стали с 1,5 % углерода и 25 % хрома, предполагается применить для работы в условиях электрохимической коррозии (окислительные среды). Объяснить пригодность или непригодность этой стали для эксплуатации в указанных условиях.
2. В процессе электрохимической коррозии равновесный потенциал металла равен минус 0,732 В, а равновесный потенциал окислителя 0,924 В. Объяснить с помощью коррозионных диаграмм возможность или невозможность процесса коррозии при указанных значениях потенциалов.
3. В процессе электрохимической коррозии равновесный потенциал металла равен минус 0,440 В, а равновесный потенциал окислителя равен минус 0,186 В. Объяснить с помощью коррозионных диаграмм возможность или невозможность процесса коррозии при указанных значениях потенциалов.
4. Привести зависимость скорости коррозии при комнатной температуре от концентрации азотной кислоты. Объяснить особенности коррозии железа при концентрации азотной кислоты более 45 %. Описать сущность теорий, объясняющих эти особенности.
5. Сплав железа с 8 % хрома предназначен для работы в условиях электрохимической коррозии. Указать, способствует ли хром в указанном количестве переходу железа в пассивное состояние. Привести зависимость коррозионной стойкости железа от содержания хрома. Указать, какому правилу подчиняется эта зависимость, в чем состоит его сущность и практическое значение.
6. Сталь, содержащую 1 % углерода и 18 % хрома, предлагается применить для работы в условиях электрохимической коррозии (окислительная среда). Объяснить пригодность или непригодность этой стали для эксплуатации в указанных условиях.
7. В процессе электрохимической коррозии стационарный потенциал металла близок к равновесному потенциалу окислителя. Объяснить с помощью коррозионных диаграмм характер коррозии металла в указанных условиях.
8. Описать особенности атмосферной коррозии металлов и ее виды. Указать, каково влияние катодных включений на кинетику атмосферной коррозии углеродистых сталей. Привести зависимость кинетики атмосферной коррозии стали от содержания катодных включений.
9. Указать, какие из перечисленных металлов (бериллий, тантал, хром, кобальт, цинк, магний, железо) и почему следует рекомендовать для эксплуатации в щелочных, а какие - в кислых средах. Привести для этих металлов зависимости скорости коррозии от активности агрессивной среды.
10. Сплав железа с 14 % хрома предназначен для работы в условиях электрохимической коррозии. Указать, способствует ли хром в указанном количестве переходу железа в пассивное состояние. Привести зависимость коррозионной стойкости железа от содержания хрома. Указать, какому правилу подчиняется эта зависимость, в чем состоит его сущность и практическое значение.

Тестовые задания для подготовки к промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### ЗАДАНИЕ 1

1. В случае электрохимической коррозии находящихся в контакте металлов: 1) на катоде идёт окисление; 2) на аноде идёт восстановление; 3) более активный металл является анодом; 4) более активный металл является катодом.
2. При подготовке воды, поступающей в котельные установки, её подвергают деаэрации для удаления из неё: 1) азота; 2)



водорода; 3) кислорода; 4) аргона.

3. При лужении железа оно покрывается тонким слоем: 1) меди; 2) цинка; 3) олова; 4) никеля.

4. Способы защиты от коррозии, при котором используют стали, содержащий специальные добавки, называют: 1) лужением 2) использованием нержавеющей сталей 3) протекторной защитой 4) ингибированием

5. В качестве легирующих добавок при получении нержавеющей сталей используют: 1) Zn и Mn; 2) Ag и Au; 3) Ni и Cu; 4) Cr и Ni

6. Способность металлов сопротивляться коррозионному воздействию газов при высоких температурах называется: а) жаропрочностью; б) механической прочностью; в) жаростойкостью; г) газостойкостью.

7. Химическая коррозия происходит при взаимодействии металлов: а) с растворами электролитов; б) с сухими газами при высоких температурах или с неэлектролитами; в) с парами низкокипящих жидкостей; г) с растворами полярных жидкостей

## ЗАДАНИЕ 2

1. Способы защиты от коррозии, при котором создают контакт с более активным металлом называют 1) лужением 2) использованием нержавеющей сталей 3) протекторной защитой 4) ингибированием

2. Легирующий элемент, сообщающий стали устойчивость к воздействию кислот. 1) Cr 2) Ti 3) Mo 4) Si

3. Химическую коррозию вызывают: 1) кислород; 2) все перечисленные вещества; 3) хлор; 4) оксиды серы.

4. Наиболее активно корродирует: 1) химически чистое железо 2) железо при отсутствии влаги 3) техническое железо во влажном воздухе 4) техническое железо в растворе электролита

5. Образование фазовых пленок влаги на поверхности металла происходит при: а/ подземной коррозии, б/ морской коррозии, в/ атмосферной коррозии

6. Пассивность это состояние относительно высокой коррозионной стойкости металла вызванное: а) жидкой средой; б) средой с сильными окислителями; в) нейтральной средой;

7. Причиной коррозии является: а) внутренняя структура металла или сплава; б) термодинамическая неустойчивость металлов; в) наличие дефектов в кристаллической структуре металла; г) содержание в металле неметаллических примесей.

## ЗАДАНИЕ 3

1. При контакте Sn и Fe в растворе кислоты 1) олово будет окисляться 2) железо будет восстанавливаться 3) олово будет растворяться 4) будет выделять водород

2. При контакте Ni и Fe в растворе кислоты

1) железо будет растворяться 2) железо будет восстанавливаться

3) никель будет растворяться 4) будет выделяться кислород

3. Для подземной коррозии характерна

а/ питтинг коррозия, б/ межкристаллитная коррозия, в/ щелевая коррозия

4. Образование адсорбционных пленок на поверхности металла происходит при

а/ подземной коррозии, б/ морской коррозии, в/ атмосферной коррозии

5. Какой металл по отношению к стали является анодным покрытием?

а) Медь (Cu); б) олово (Sn); в) цинк (Zn); г) никель (Ni).

6. В каких средах происходит коррозия металлов с выделением водорода, то есть протекает реакция водородной деполяризации?

А) в кислых средах; б) в нейтральных и щелочных средах;

в) в органических жидкостях; г) в щелочных средах.

7. Линейный рост толщины оксидной пленки при окислении металла кислородом выражается уравнением: а)  $h = kt$ ; б)  $h^2 = kt$ ; в)  $h = \ln(k)$ ; г)  $h^2 = h_0 + k$ .

## Вопросы к итоговому контролю

1. Химическая коррозия в жидких средах.

2. Особенности атмосферной коррозии металлов и её контролирующий процесс. Факторы, влияющие на атмосферную коррозию металлов

3. Влияние внешних факторов на газовую коррозию металлов.

4. Контактная и биологическая коррозия металлов. Классификация и механизм атмосферной коррозии металлов

5. Влияние внутренних факторов на газовую коррозию металлов.

6. Влияние кислотности, температуры и давления на электрохимическую коррозию металлов.

7. Теория жаростойкого легирования.

8. Влияние кристаллографического фактора, механического фактора, состава и концентрации коррозионной среды на электрохимическую коррозию металлов.

9. Влияние природы металла, состава, структуры сплава, состояния поверхности металла на электрохимическую коррозию. 10. Механизм химической коррозии металлов.

11. Плёнки на металлах. Кинетика химической коррозии.

12. Защита металлов от коррозии с кислородной деполяризацией. Особенности коррозии металлов в условиях возникновения пассивности. Повышение коррозионной стойкости металлов и сплавов на основе повышения их пассивности.

13. Показатели коррозии. Теории химической коррозии. Термодинамика химической коррозии. Адсорбция кислорода на металле.

14. Пассиваторы и депассиваторы. Теория пассивности металлов.

15. Водородная деполяризация.

16. Ингибиторы коррозии и антикоррозионные смазки.

17. Стационарные электродные потенциалы.
18. Контролирующий фактор и особенности грунтовой коррозии металлов. Агрессивность почвы. Методы борьбы с подземной коррозией металлов.
19. Коррозионные диаграммы.
20. Показатели коррозии металлов. Шкала коррозионной стойкости металлов.

В рамках освоения дисциплины «Защита от коррозии» используются следующие критерии оценивания знаний студентов по оценочным средствам:

Студент в результате выполнения и сдачи оценочного средства может получить следующие оценки.

**Отлично**

Полностью и правильно выполнено, и оформлено задание.

При отчёте студент дал полные и правильные ответы на 90-100% задаваемых вопросов по теме работы.

**Хорошо**

Полностью и с небольшими неточностями выполнено и оформлено задание.

При отчёте студент дал не полные и с небольшими ошибками ответы на все задаваемые вопросы по теме работы или доля правильных ответов составила 70 – 89%.

**Удовлетворительно**

Не полностью и с ошибками выполнено и оформлено задание.

При отчёте студент дал не полные ответы и не на все задаваемые вопросы по теме работы. Доля правильных ответов составила 50 – 69%.

**Неудовлетворительно**

Студент не выполнил задание. Доля правильных ответов составила менее 50%.

Оценивание компетенций при изучении дисциплины «Защита от коррозии»

Исходя из 100-балльной (пятибалльной) системы оценивания системы оценки успеваемости студентов, в ходе освоения изучаемой дисциплины студент получает итоговую оценку, по которой оценивается уровень освоения компетенций.

**90-100 баллов (отлично) повышенный уровень**

Студент демонстрирует сформированность компетенций на повышенном уровне, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

**76-89 баллов (хорошо) базовый уровень**

Студент демонстрирует сформированность дисциплинарной компетенций на базовом уровне: основные знания, умения и навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний, умений и навыков на новые, нестандартные ситуации.

**61-75 баллов (удовлетворительно) пороговый уровень**

Студент демонстрирует сформированность компетенций на пороговом уровне: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями, умениями и навыками при их переносе на новые ситуации

**0-60 баллов (неудовлетворительно) уровень освоения компетенций ниже порогового**

Компетенции не сформированы. Проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство,	Электронный адрес
Л.1	Адашкин А.М.	материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов (электронный ресурс): учебное пособие	ИНФРА-М, 2017	<a href="http://znanium.com/go.php?id=544502">http://znanium.com/go.php?id=544502</a>
Л.2	Кейбал, Н. А., Хлобжева, И. Н., Крекалева, Т. В., Соколова, Н. А.	Лабораторный практикум по дисциплине "Защита от коррозии" [Электронный ресурс]: учебное пособие - <a href="http://lib.volpi.ru">http://lib.volpi.ru</a>	Волжский, 2018	<a href="http://lib.volpi.ru">http://lib.volpi.ru</a>
Л.3	Нишкевич, Ю. А.,, Тропин, А. Ю.,, Насибуллин, Ф. Ф., и др.	Коррозия. Способы борьбы с коррозией в нефтяной промышленности: монография	Москва : ИНФРА-М, 2021	
Л.4	Хлобжева, И. Н., Крекалева, Т. В., Соколова, Н. А.	Лекционный курс по дисциплине «Защита от коррозии» [Электронный ресурс]: учебное пособие	Волжский, 2022	<a href="http://lib.volpi.ru:57772/csp/lib/PDF/718974216.pdf">http://lib.volpi.ru:57772/csp/lib/PDF/718974216.pdf</a>

<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</b>	
Э1	Страница дисциплины на сайте Электронного учебно-методического комплекса ВПИ (филиал) ВолгГТУ: <a href="http://umkd.volpi.ru/course/view.php?id=4128">http://umkd.volpi.ru/course/view.php?id=4128</a>
Э2	<a href="http://library.volpi.ru/csp/library/StartPage.csp">http://library.volpi.ru/csp/library/StartPage.csp</a>
Э3	Электронно-библиотечная система ВолгГТУ: <a href="http://library.vstu.ru04322">http://library.vstu.ru04322</a> .
Э4	Электронно-библиотечная система «Лань»: <a href="http://www.e.lanbook.com/">http://www.e.lanbook.com/</a>
<b>6.3 Перечень программного обеспечения</b>	
6.3.1.1	MS Windows XP Подписка Microsoft Imagine Premium
6.3.1.2	ID df8605e9-c758-42d6-a856-ae0ba9714cc4 Сублицензи-онный договор № Tr000150654
6.3.1.3	Лицензия №41300906 от 07.07.2017г. (подписка на 2017-2018гг)
6.3.1.4	Сублицензионный договор № КИС-193-2016 от 25.04.2016г. (подписка на 2016-2017гг)
6.3.1.5	Сублицензионный договор № КИС-108-2015 от 07.04.2015г. (подписка на 2015-2016гг)
6.3.1.6	Сублицензионный договор № КИС-099-2014 от 08.04.2014г. (подписка на 2014-2015гг)
6.3.1.7	Сублицензионный договор № Tr018575 от 01.04.2013г. (подписка на 2013-2014гг)
6.3.1.8	ПО MS Office 2003 Лицензия №41300906 от 01.11.2006
<b>6.4 Перечень информационных справочных систем и электронных библиотечных систем (ЭБС)</b>	
6.3.2.1	Информационно-поисковая система федерального государственного учрежде-ния «Федеральный институт промышленной собственности (бесплатный дос-туп). – url: <a href="http://www1.fips.ru">http://www1.fips.ru</a>
6.3.2.2	Информационно-справочная система "Консультант Плюс" - <a href="http://www.consultant.ru/online/">http://www.consultant.ru/online/</a> (Общество с ограниченной ответственностью «Инженеры информации». Договор №207-К об оказании информационных ус-луг с использованием экземпляров Системы "Консультант Плюс");
6.3.2.3	Информационно-поисковая система всемирной организации по интеллекту-альной собственности (бесплатный доступ).- url: <a href="https://patentscope.wipo.int/search/en/search.jsf">https://patentscope.wipo.int/search/en/search.jsf</a>
6.3.2.4	Информационно-справочная система Европейской патентной организации (бесплатный доступ). - url: <a href="http://www.espacenet.com/access/index.en.html">http://www.espacenet.com/access/index.en.html</a> .
6.3.2.5	Специализированные Интернет-ресурсы, например, поисковая система по хи-мическим ресурсам. –URL: <a href="http://www.chemindustry.com">http://www.chemindustry.com</a>
6.3.2.6	Электронно-библиотечная система "Лань": <a href="http://www.e.lanbook.com/">www.e.lanbook.com/</a> Электронно-библиотечная система "Лань": <a href="http://www.e.lanbook.com/">www.e.lanbook.com/</a>
6.3.2.7	Электронно-библиотечная система ВолгГТУ: <a href="http://library.vstu.ru/">library.vstu.ru/</a>
6.3.2.8	Электронная научная библиотека : <a href="http://elibrary.ru/">elibrary.ru/</a>
6.3.2.9	Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных (бесплатный доступ). - url: <a href="https://reestr.minsvyaz.ru">https://reestr.minsvyaz.ru</a> . Реестр создан в соответствии со статьей 12.1 Федерального закона «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» в целях расширения использования российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных, подтверждения их происхождения из Российской Федерации, а также в целях оказания правообладателям программ для электронных вычислительных машин или баз данных мер государственной поддержки.
6.3.2.10	Информационно-поисковая система федерального государственного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности (бесплатный доступ). – url: <a href="http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/inform_retrieval_system">http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/inform_retrieval_system</a> . В информационно-поисковой системе возможен поиск по изобретениям, рефератам патентных документов на русском и английском языках, перспективным изобретениям, полезным моделям.

### **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) /ОБОРУДОВАНИЕ**

7.1	Помещения для проведения лекционных занятий укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью, учебной доской и техническими средствами (плазменная панель LG-42; компьютер, ноутбук Lenovo) для предоставления учебной информации студентам.
7.2	Помещения для проведения самостоятельной работы оборудованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.
7.3	Лабораторное оборудование: фотоколориметр КФК-2, высокотемпературная электропечь камерная СНОЛ-1,4,2,5.1,2/12,5-И1, разрывная машина ИР-5062-05, весы аналитические A&D HL400, весы аналитические ВЛР-200, тензиометр модели DST-30, цифровой вольтметр Ц300, анализатор «Флюорат-023М», вискозиметр ВЗ-246, адгезиметр ПСО-5МГ4, перемешивающее устройство LOIP LS-120.
7.4	

### **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)**

Изложение лекционного материала осуществляется с использованием презентаций, представляемых с помощью

мультимедийных средств. Рекомендуется в случае пропуска лекционного занятия обратиться к соответствующему разделу (теме) в ЭУМКД и изучить конспект лекции совместно с размещенной в этом же блоке презентацией.

каждый лист которой должен иметь поля (4-5 см) для дополнительных записей.

В конспекте рекомендуется записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и использовать их.

В конспекте дословно рекомендуется записывать только определения понятий, категорий и т.п. Иное изложенное лектором должно быть записано своими словами. Рекомендуется выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

В конспект рекомендуется заносить всё, что преподаватель пишет на доске, а также рекомендуемые формулы, схемы, таблицы, диаграммы и т.д.

Рекомендуется изучить и обработать прослушанные лекции без промедления – это значительно экономит время и способствует лучшему усвоению материала.

-Лабораторные занятия предназначены для закрепления знаний, полученных обучающимися при освоении теоретического материала. В расчетных заданиях используются типичные методики, основанные на требованиях ГОСТ, СНИП, СанПиН и используемые для аналогичных расчетов на производстве. Методики расчетов подробно описаны в соответствующих разделах ЭУМКД. Рекомендуется в случае пропуска лабораторной работы согласовать время и выполнить работу с другой группой.

Особое место среди видов самостоятельной работы занимает работа с литературой, являющаяся основным методом самостоятельного овладения знаниями. Изучение литературы – процесс сложный, требующий выработки определенных навыков. Поэтому важно научиться работать с книгой.

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой и требованиями дидактики.

При работе с литературой следует учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

Предварительное чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе.

Сквозное чтение предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать тезаурус основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

Выборочное – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим темам.

Аналитическое чтение – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в приведенном ниже списке контрольных вопросов и заданий. Список этих вопросов по понятным причинам ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью изучающего чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации.

В решении всех учебных задач немаловажную роль играют записи, сделанные в процессе чтения книги. Они являются серьезным подспорьем в подготовке к экзаменам, т.к. позволяют включать глубинную память и воспроизводить содержание ранее прочитанной книги. Можно выделить три основных способа записи:

- а) запись интересных, важных для запоминания или последующего использования положений и фактов;
- б) последовательная запись мыслей автора, по разделам, главам, параграфам книги. Такая запись требует творческой переработки прочитанного, что способствует прочному усвоению содержания книги;
- в) краткое изложение прочитанного: содержание страниц укладывается в несколько фраз, содержание глав - в несколько страниц связного текста. Этот вид записи проще, ближе к первоисточнику, но при этом творческая мысль читателя пассивнее, а поэтому усвоение материала слабее

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов

предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.