

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

С. А. Яременко

«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«Защита сооружений от коррозии»

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Программа Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года и 4 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2021

Автор программы

/ З. С. Гасанов/

И. о. заведующего кафедрой  
теплогазоснабжения и  
нефтегазового дела

/ С.Г. Тульская/

Руководитель ОПОП

/ В.Н. Мелькумов/

Воронеж 2021

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

- Укрепить набор базовых знаний, необходимых для решения инженерных задач в процессе практической деятельности на основе принципа неразрывного единства теоретического и практического обучения;
- приобретение фундаментальных знаний, связанных с пониманием коррозионных процессов и борьбы с ними;
- развить знания и умения по выбору приборов и оборудования противокоррозионной защиты.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

закрепить взаимосвязь между теоретическими расчетами и практическими методами проектирования и эксплуатации оборудования нефтегазового производства с точки зрения коррозионной стойкости.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Защита сооружений от коррозии» относится к дисциплинам вариативной части блока ФТД.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Защита сооружений от коррозии» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - Способен разрабатывать проектную продукцию по результатам инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности

ПК-4 - Способен выполнять специальные расчеты по тепловым сетям

ПК-5 - Способен выполнять специальные расчеты для проектирования котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей

ПК-6 - Способен выполнять гидравлические расчеты, расчеты газовых схем с выбором оборудования и арматуры

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	Знать основные современные методы исследования коррозионных процессов и химической стойкости материалов
	Уметь выбирать методы защиты от коррозии в зависимости от условий эксплуатации аппаратов и сооружений
	Владеть навыками оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД
ПК-4	Знать основы теории химического сопротивления материалов

	Уметь оценивать стойкость химических аппаратов и их узлов к возможным коррозионным разрушениям
	Владеть навыками выбора материалов и назначения их обработки
ПК-5	Знать коррозионную стойкость основных конструкционных материалов для тепловых сетей
	Уметь совершенствовать технологическое оборудование систем теплоснабжения с учетом противокоррозионной защиты
	Владеть современными методами защиты оборудования от коррозии
ПК-6	Знать правила и приемы в проектировании коррозионностойкого оборудования газовых сетей и арматуры
	Уметь при оценке и анализе альтернативных вариантов газовых схем, арматуры и аппаратов учитывать коррозионную и химическую стойкость и надежность
	Владеть навыками работы на компьютерной технике с графическими пакетами для получения конструкторских, технологических и других документов

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Защита сооружений от коррозии» составляет 2 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	36	36
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	72	72
зач.ед.	2	2

**заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2

<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	4	4
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	72	72
зач.ед.	2	2

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Химическая коррозия металлов	Введение. Определение понятия «коррозия металлов». Термодинамика, механизм и кинетика газовой коррозии. Внутренние и внешние факторы газовой коррозии. Защита металлов от газовой коррозии.	4	2	6	12
2	Электрохимическая коррозия металлов	Механизм электрохимической коррозии металлов. Термодинамика процесса электрохимической коррозии. Кинетика процесса электрохимической коррозии металлов. Пассивность металлов. Внутренние и внешние факторы электрохимической коррозии металла. Локальная коррозия металлов. Коррозионно-механическое разрушение металлов. Коррозия оборудования в естественных условиях. Коррозионная характеристика основных металлов и сплавов.	4	2	6	12
3	Методы защиты от коррозии	Противокоррозионная профилактика. Защитные покрытия. Ингибиторы коррозии. Обработка кор-	4	2	6	12

		розионной среды. Электрохимическая защита от коррозии.				
4	Химическое сопротивление неметаллов	Классификация неметаллических материалов. Неорганические материалы. Полимерные материалы.	2	4	6	12
5	Методы исследования коррозионных процессов	Объёмный, весовой, электрохимический методы исследования скорости коррозии. Анализ химического сопротивления материалов в натуральных условиях, использование образцов-свидетелей. Экспертная оценка коррозионных повреждений и стойкости защитных пленок на металле.	2	4	6	12
6	Скорость коррозии	Скорость коррозии трубных сталей в электролитах по массовому и глубинному показателям. Построение коррозионных диаграмм Эванса на основе электрохимических измерений. Определение скорости коррозии сталей по поляризационным кривым. Расчет коэффициента ингибирования на основе коррозионных испытаний. Изучение механизма ингибирования. Практическое применение ингибиторной защиты.	2	4	6	12
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>72</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Химическая коррозия металлов	Введение. Определение понятия «коррозия металлов». Термодинамика, механизм и кинетика газовой коррозии. Внутренние и внешние факторы газовой коррозии. Защита металлов от газовой коррозии.	2	-	10	12
2	Электрохимическая коррозия металлов	Механизм электрохимической коррозии металлов. Термодинамика процесса электрохимической кор-	2	-	10	12

		розии. Кинетика процесса электрохимической коррозии металлов. Пассивность металлов. Внутренние и внешние факторы электрохимической коррозии металла. Локальная коррозия металлов. Коррозионно-механическое разрушение металлов. Коррозия оборудования в естественных условиях. Коррозионная характеристика основных металлов и сплавов.				
3	Методы защиты от коррозии	Противокоррозионная профилактика. Защитные покрытия. Ингибиторы коррозии. Обработка коррозионной среды. Электрохимическая защита от коррозии.	-	-	10	10
4	Химическое сопротивление неметаллов	Классификация неметаллических материалов. Неорганические материалы. Полимерные материалы.	-	-	10	10
5	Методы исследования коррозионных процессов	Объёмный, весовой, электрохимический методы исследования скорости коррозии. Анализ химического сопротивления материалов в натуральных условиях, использование образцов-свидетелей. Экспертная оценка коррозионных повреждений и стойкости защитных пленок на металле.	-	2	10	12
6	Скорость коррозии	Скорость коррозии трубных сталей в электролитах по массовому и глубинному показателям. Построение коррозионных диаграмм Эванса на основе электрохимических измерений. Определение скорости коррозии сталей по поляризационным кривым. Расчет коэффициента ингибирования на основе коррозионных испытаний.	-	2	10	12

		Изучение механизма ингибирования. Практическое применение ингибиторной защиты.				
<b>Итого</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>60</b>	<b>68</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-3	Знать основные современные методы исследования коррозионных процессов и химической стойкости материалов	Посещение лекционных занятий. Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при устном опросе	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выбирать методы защиты от коррозии в зависимости от условий эксплуатации аппаратов и сооружений	Посещение лекционных занятий. Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при устном опросе	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД	Посещение лекционных занятий. Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

		устном опросе		
ПК-4	Знать основы теории химического сопротивления материалов	Посещение лекционных занятий. Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при устном опросе	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь оценивать стойкость химических аппаратов и их узлов к возможным коррозионным разрушениям	Посещение лекционных занятий. Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при устном опросе	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками выбора материалов и назначения их обработки	Посещение лекционных занятий. Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при устном опросе	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	Знать коррозионную стойкость основных конструкционных материалов для тепловых сетей	Посещение лекционных занятий. Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при устном опросе	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь совершенствовать технологическое оборудование систем теплоснабжения с учетом противокоррозионной защиты	Посещение лекционных занятий. Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при устном опросе	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть современными методами защиты оборудования от коррозии	Посещение лекционных занятий. Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при устном опросе	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-6	Знать правила и	Посещение	Выполнение работ	Невыполнение

	приемы в проектировании коррозионностойкого оборудования газовых сетей и арматуры	лекционных занятий. Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при устном опросе	в срок, предусмотренный в рабочих программах	работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь при оценке и анализе альтернативных вариантов газовых схем, арматуры и аппаратов учитывать коррозионную и химическую стойкость и надежность	Посещение лекционных занятий. Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при устном опросе	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками работы на компьютерной технике с графическими пакетами для получения конструкторских, технологических и других документов	Посещение лекционных занятий. Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при устном опросе	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 семестре для очной формы обучения, 2 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-3	Знать основные современные методы исследования коррозионных процессов и химической стойкости материалов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь выбирать методы защиты от коррозии в зависимости от условий эксплуатации аппаратов и сооружений	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-4	Знать основы теории химического сопротивления материалов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	Уметь оценивать стойкость химических аппаратов и их узлов к возможным коррозионным разрушениям	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками выбора материалов и назначения их обработки	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	Знать коррозионную стойкость основных конструкционных материалов для тепловых сетей	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь совершенствовать технологическое оборудование систем теплоснабжения с учетом противокоррозионной защиты	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть современными методами защиты оборудования от коррозии	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-6	Знать правила и приемы в проектировании коррозионностойкого оборудования газовых сетей и арматуры	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь при оценке и анализе альтернативных вариантов газовых схем, арматуры и аппаратов учитывать коррозионную и химическую стойкость и надежность	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками работы на компьютерной технике с графическими пакетами для получения конструкторских, технологических и других документов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Определите скорость коррозии если  $m_0=300$  г,  $m_1=299,915$  г,  $S=0,14$  м<sup>2</sup>,  $\tau=8$  суток

А. 316,24 г/м<sup>2</sup>час

Б. 0,076 г/м<sup>2</sup>час

В. 0,0032 г/м<sup>2</sup>час

Г. 11,16 г/м<sup>2</sup>час

2. Сколько существует типов изоляционных покрытий трубопроводов

А. 5

Б. 2

В. 3

Г. 4

3. Выберите и укажите стрелкой взаимосвязь пределов по скорости коррозии в зависимости от коррозионной активности среды по шкале коррозионной стойкости

А. I коррозионной стойкости

1) свыше 0,1 мм/год

Б. II коррозионной стойкости

2) от 0,1 до 1,0 мм/год

В. III коррозионной стойкости

3) от 1,0 до 2,0 мм/год

Г. IV коррозионной стойкости

4) от 0,01 до 0,1 мм/год

Д. коррозионной стойкости

5) от 0,3 до 0,5 мм/год

4. Наиболее активно корродирует:

А. химически чистое железо

Б. железо в отсутствии влаги

В. техническое железо во влажном воздухе

Г. техническое железо в растворе электролита.

5. В случае электрохимической коррозии находящихся в контакте металлов:

А. на катоде идёт окисление

Б. на аноде идёт восстановление

В. более активный металл является анодом

Г. более активный металл является катодом.

6. В случае электрохимической коррозии находящихся в контакте металлов железа и меди в кислой среде:

А. на аноде идёт растворение железа

Б. на аноде идёт растворение меди

В. на аноде идёт восстановление кислорода до гидроксид-ионов

Г. на аноде идёт восстановление катионов водорода до молекулярного водорода.

7. Для получения металлических покрытий железа используются металлы, которые по сравнению с железом:

А. более активны

Б. и более активные, и менее активные

В. менее активные

Г. металлы не используются

8. При подготовке воды, поступающей в котельные установки, её подвергают деаэрации для удаления из неё:

А. азота

Б. водорода

В. кислорода

Г. аргона

9. При лужении железа оно покрывается тонким слоем:

- А. меди
- Б. цинка
- В. олова
- Г. никеля

10. Ингибитором при хранении соляной кислоты служат производные:

- А. анилина
- Б. бутиламина
- В. аланина
- Г. ванилина

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Длина участка трубопровода  $L=900$  м; диаметр трубопровода  $D= 1020$  мм; толщина стенки трубы 14 мм; величина катодной поляризации в начале 0,5В, в конце – 0,47 В. Найти переходное сопротивление изоляции  $R_{пер}$ .

2. Удельное сопротивление стали 0,33 Ом мм<sup>2</sup>/м; длина трубопровода 860 м, толщина стенки трубы 12 мм, диаметр трубы 1220 мм. Найти продольное сопротивление трубопровода  $R_{пр}$ .

3. В качестве лигирующих добавок при получении нержавеющей сталей используют:

- 1) Zn и Mn;
- 2) Ag и Au ;
- 3) Ni и Cu;
- 4) Cr и Ni

4. Ингибитором при перевозке серной кислоты в железных цистернах служит

- 1) азотная кислота;
- 2) уксусная кислота;
- 3) сернистая кислота;
- 4) соляная кислота.

5. Окисление металла в среде не электролита:

- 1) электрохимическая коррозия;
- 2) язвенная коррозия;
- 3) точечная коррозия;
- 4) химическая коррозия.

6. Разрушение металла, находящегося в контакте с другим металлом в присутствии водного раствора электролита:

- 1) газовая коррозия;
- 2) химическая коррозия;
- 3) сплошная;
- 4) электрохимическая коррозия;

7. Коррозию металлов и сплавов вызывает

- 1) вода и кислород;

- 2) оксиды углерода и серы;
- 3) растворы солей;
- 4) все перечисленные компоненты;

8. Расставьте факторы, влияющие на коррозию металла, в порядке увеличения эффекта коррозии:

- 1) дистиллированная вода;
- 2) сухой воздух,
- 3) раствор хлорида натрия,
- 4) кипяченая дистиллированная вода.

Ответ дайте в виде последовательности цифр.

9. По виду площади повреждения коррозия может быть:

1. сплошной, пятнами и с трещинами;
2. сплошной, структурной и с трещинами;
3. сплошной, контактной и с трещинами;
4. сплошной, щелевой и с трещинами.

10. К прямым показателям оценки интенсивности коррозии относится:

1. изменение массы, глубина коррозии и изменение физико-механических свойств;
2. изменение массы, глубина коррозии и доля пораженной поверхности;
3. изменение массы, доля пораженной поверхности и изменение электросопротивления;
4. изменение массы, физико-механических свойств и электросопротивления.

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1 Магний корродирует в морской воде со скоростью  $1,5 \text{ г/м}^2 \cdot \text{сут}$ . Каковы значения скорости его коррозии в  $\text{мм/год}$ ,  $\text{А/м}^2$ ,  $\text{нм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$ ?

2 На диаграмме Пурбе для титана укажите области и условия его термодинамически устойчивого состояния.

3 Рассчитайте давление водорода, необходимое для подавления коррозии железа в  $0,1 \text{ М}$  растворе хлористого железа со значением  $\text{pH}=3$ .

4 Потенциал коррозии углеродистой стали в деаэрированном растворе с  $\text{pH}=2$  составляет  $-0,64 \text{ В}$  относительно насыщенного медно – сульфатного электрода сравнения. Перенапряжение водорода в вольтах подчиняется Тафелевской зависимости с постоянными  $a=0,7$  и  $b=0,1$ . Рассчитать скорость коррозии стали в  $\text{мм/год}$ . Определить балл стойкости.

5 Вода, поступающая в стальной трубопровод со скоростью  $40 \text{ л/мин}$ , содержит  $5,5 \text{ мл/л}$  кислорода. Вода, выходящая из трубопровода, содержит  $0,15 \text{ мл/л}$  кислорода. Необходимо рассчитать скорость коррозии стали в  $\text{г/м}^2 \cdot \text{сут}$  при условии, что площадь корродирующей поверхности трубопровода равна  $30 \text{ м}^2$ .

6 Рассчитайте минимальное значение, до которого нужно сместить потенциал

цинка по отношению к насыщенному медно-сульфатному электроду сравнения, для достижения полной катодной защиты. Продуктом коррозии является гидроксид цинка с произведением растворимости  $405 \cdot 10^{-17}$

7 Скорость коррозии железа в морской воде составляет 0,13 мм/год. Площадь поверхности стального сооружения составляет 62 м<sup>2</sup>. Оценить годовой расход цинкового протектора при коэффициенте его использования равном 82 %.

8. Определите, возможна ли при температуре 298 К электрохимическая коррозия изделия из металла в водном растворе, имеющем определенное значение рН и находящемся в контакте с газовой смесью, парциальные давления кислорода и водорода в соответственно рО<sub>2</sub> и рН<sub>2</sub>. Приведите уравнения анодной и катодной реакций. Рассчитайте, при каких значениях рН раствора будет возможна коррозия металла с водородной деполаризацией.

№	Металл	рН водного раствора	Парциальное давление, атм	
			кислорода рО <sub>2</sub>	водорода рН <sub>2</sub>
1	Pb	5	0,21	1,00
2	Sn	6	0,23	1,50
3	Ni	5	0,20	1,20
4	Fe	8	0,21	2,00

9 Рассчитайте температуру, выше которой невозможна газовая коррозия серебра в атмосфере кислорода (рО<sub>2</sub> =  $1,013 \cdot 10^5$  Па) с образованием Ag<sub>2</sub>O. Приведите уравнение соответствующей реакции.

10. Медное изделие с цинковым электрохимической коррозии при T= 298 К в водном растворе с рН = 11 Сколько и какого металла прокорродировало, если в процессе коррозии поглотилось 280 мл О<sub>2</sub> и выделилось 112 мл Н<sub>2</sub>, измеренных при н.у.? Чему равна сила коррозионного тока? Привести уравнения анодной, катодной и токообразующей реакций. Кроме водорода, какое вещество еще является продуктом коррозии? Рассчитать его массу.

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

- 1 Роль Российских ученых в разработке, выполнении фундаментальных исследований в области коррозии и защиты металлов, стойкости неметаллов.
- 2 Классификация коррозионных процессов по механизму, условиям протекания и характеру разрушений.
- 3 Причины разрушения оборудования химических предприятий. Показатели скорости коррозии. Шкалы коррозионной стойкости металлов. Условия применения конструкционных материалов с учетом экономического фактора.
- 4 Влияние состава и структуры сплава, внутренних напряжений и деформации.
- 5 Охарактеризуйте состав промышленных трубопроводов для транспорта нефти.
- 6 Назовите, из каких материалов изготавливают промышленные трубопроводы?
- 7 Влияние состава газовой среды, режима нагрева на скорость коррозии.

Высокотемпературная пассивация металлов.

8 Применение защитных покрытий и защитных атмосфер при газовой коррозии

9 Электрохимическая коррозия металлов. Механизм электрохимической коррозии. Скачки потенциалов на фазовых границах.

10 Понятие о двойном электрическом слое. Электрохимический потенциал, условие электрохимического равновесия на границе раздела фаз. Обратимый потенциал.

11 Особенности коррозии с водородной и кислородной деполяризацией и способы предотвращения коррозии в нейтральных, щелочных и кислых средах.

12 Коррозионные диаграммы, контролирующий фактор коррозии. Диаграммы при контакте двух металлов, разностный и защитный эффекты

13 Особенности коррозии с водородной и кислородной деполяризацией и способы предотвращения коррозии в нейтральных, щелочных и кислых средах.

14 Коррозионные диаграммы, контролирующий фактор коррозии. Диаграммы при контакте двух металлов, разностный и защитный эффекты.

15 Термодинамическая устойчивость металлов и их положение в периодической системе элементов Д.И. Менделеева, влияние состава и структуры сплава.

16 Влияние состава и концентрации коррозионно-активной среды, кислотности, температуры, давления и перемешивания, внешнего электрического тока на скорость электрохимической коррозии металлов и сплавов.

17 Механизм возникновения, влияние различных факторов. Методы предупреждения точечной (питтинговой), контактной, межкристаллитной (МКК) коррозии.

18 Почему необходимо знать механизм протекания коррозии?

19 Какие основные виды механизмов коррозии вы знаете?

20 Назовите стадии формирования канавочной коррозии, нарисуйте принципиальную схему для каждой стадии.

21 Как происходит процесс коррозии с кислородной деполяризацией?

22 Коррозионное растрескивание металлов. Механизм процесса, способы предупреждения.

23 Водородная хрупкость. Коррозионная усталость металлов. Механизм и методы предотвращения коррозии в условиях усталости металлов. Эрозия, кавитация. Коррозия при трении. Методы защиты.

### **7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10

вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 10 баллов.

2. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 10 до 20 баллов

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Химическая коррозия металлов	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, зачет
2	Электрохимическая коррозия металлов	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, зачет
3	Методы защиты от коррозии	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, зачет
4	Химическое сопротивление неметаллов	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, зачет
5	Методы исследования коррозионных процессов	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, зачет
6	Скорость коррозии	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, зачет

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Лазуткина, О.Р. Химическое сопротивление и защита от коррозии [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.Р. Лазуткина. - Химическое сопротивление и защита от коррозии ; 2022-08-31. - Екатеринбург : Уральский федеральный университет, 2014. - 140 с. - ISBN 978-5-7996-1157-6. URL: <http://www.iprbookshop.ru/68511.html>

2. Семенова, И. В. Коррозия и защита от коррозии: учебное пособие / И.В. Семенова; Г.М. Флорианович; А.В. Хорошилов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Физматлит, 2010. - 416 с. - ISBN 978-5-9221-1234-5.

3. Наумов, С.В. Материаловедение. Защита от коррозии [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / А.Я. Самуилов; С.В. Наумов. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. - 84 с. - ISBN 978-5-7882-1280-7.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/60479.html>

4. Коршак, А. А. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов [Текст]: учебник : допущено Учебно-методическим объединением. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2016 (Ростов-на-Дону : ЗАО "Книга", 2015). - 540 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-222-26147-7 : 989-00.

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

#### **Лицензионное программное обеспечение**

- Microsoft Office Word 2013/2007;
- Microsoft Office Excel 2013/2007;
- Microsoft Office Power Point 2013/2007;
- Гранд-Смета;
- Acrobat Professional 11.0 MLP;
- Maple v18;
- AutoCAD;
- 7zip;
- PDF24 Creator;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»

#### **Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

- Российское образование. Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, Вузы, ... код доступа: <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ, код доступа: <https://old.education.cchgeu.ru>

### **Информационные справочные системы**

- Бесплатная электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам», код доступа: <http://window.edu.ru>;
- ВГТУ: wiki, код доступа: <https://wiki.cchgeu.ru/>;
- ЭБС Издательства «ЛАНЬ», код доступа <http://e.lanbook.com/>;
- ЭБС IPRbooks, код доступа: <http://www.iprbookshop.ru>;
- научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, код доступа: <http://elibrary.ru/>

### **Современные профессиональные базы данных**

- Tehnari.ru. Технический форум  
Адрес ресурса: <https://www.tehnari.ru/>
- Masteraero.ru Каталог чертежей  
Адрес ресурса: <https://masteraero.ru>
- Stroitel.club. Сообщество строителей РФ  
Адрес ресурса: <http://www.stroitel.club/>
- Стройпортал.ру  
Адрес ресурса: <https://www.stroyportal.ru/>
- РемТраст  
Адрес ресурса: <https://www.remtrust.ru/>
- Строительный портал — социальная сеть для строителей. «Мы Строители»  
Адрес ресурса: <http://stroitelnii-portal.ru/>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Материально-техническая база включает:


- Специализированные аудитории, оснащенные оборудованием для демонстраций и проектором, стационарным экраном.
- Учебные аудитории, оснащенные необходимым оборудованием. Аудитории для проведения практических занятий, оборудованные проекторами, стационарными экранами и интерактивными досками.
- Помещения для самостоятельной работы студентов, оснащенные компьютерной техникой с выходом в сеть "Интернет".
- Библиотечный электронный читальный зал с доступом к электронным ресурсам библиотеки и доступом в образовательный портал ВГТУ.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Защита сооружений от коррозии» читаются лекции, проводятся практические занятия. Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе. Практические занятия направлены на приобретение практических навыков оценки коррозионного состояния трубопроводов. Занятия проводятся путем практических задач по теме дисциплины в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

### Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	