

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Институт естествознания  
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



Е. В. Скрипникова  
«04» июля 2022 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.ДВ.03.2 Защита металлов от сероводородной коррозии

Направление подготовки/специальность: 04.04.01 - Химия

Профиль/направленность/специализация: Электрохимия

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: Магистр

год набора: 2022

Тамбов, 2022

**Автор программы:**

Доктор химических наук, профессор Цыганкова Людмила Евгеньевна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.04.01 - Химия (уровень магистратуры) (приказ Министерства образования и науки РФ от «13» июля 2017 г. № 655).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «28» июня 2022 г. Протокол № 2

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «04» июля 2022 г. № 12.

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| 1. Цели и задачи дисциплины.....  | 4  |
| 2. Место дисциплины в структуре ОП Магистра.....  | 5  |
| 3. Объем и содержание дисциплины.....   | 5  |
| 4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....  | 8  |
| 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....   | 14 |
| 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....   | 16 |
| 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы..... | 16 |

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-2 Способен управлять проверками коррозионного состояния и защищенностью линейных сооружений и объектов

### 1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сфере оптимизации существующих и разработки новых технологий, методов и методик получения и анализа продукции, в сфере контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, в сфере паспортизации и сертификации продукции), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере нацеленных, опытно-конструкторских разработок и внедрения химической продукции различного назначения, в сфере метрологии сертификации и технического контроля качества продукции)

### 1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

| Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта) | Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия | Индикаторы достижения компетенций   |
|---|---|---|
|   | ПК-2 Способен управлять проверками коррозионного состояния и защищенностью линейных сооружений и объектов     | Применяет экспериментальные методы изучения сероводородной коррозии и способы ее подавления |

### 1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-2 Способен управлять проверками коррозионного состояния и защищенностью линейных сооружений и объектов

| № п/п | Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи   | Форма обучения  |   |   |                        |   |   |   |   |
|-------|--|-----------------|---|---|------------------------|---|---|---|---|
|       |  | Очная (семестр) |   |   | Очно-заочная (семестр) |   |   |   |   |
|       |  | 1               | 2 | 4 | 2                      | 3 | 4 | 5 |   |
| 1     | Защита металлов от микробиологической коррозии                 |                 | + |   | +                      |   |   |   |   |
| 2     | Основы современной гальванотехники                             |                 | + |   |                        | + |   |   |   |
| 3     | Преддипломная практика   |                 |   | + |                        |   |   |   | + |
| 4     | Управление смачиванием и адсорбцией на поверхности раздела фаз |                 | + |   |                        |   | + |   |   |

|   |                                      |   |  |  |   |  |  |  |
|---|--------------------------------------|---|--|--|---|--|--|--|
| 5 | Электролитический водород в металлах | + |  |  | + |  |  |  |
|---|--------------------------------------|---|--|--|---|--|--|--|

## 2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры:

Дисциплина «Защита металлов от сероводородной коррозии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 04.04.01 - Химия.

Дисциплина «Защита металлов от сероводородной коррозии» изучается в 2, 4 семестрах.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 2 з.е.

Очная: 2 з.е.

Очно-заочная: 2 з.е.

| Вид учебной работы                   | Очная<br>(всего часов) | Очно-заочная<br>(всего часов) |
|--------------------------------------|------------------------|-------------------------------|
| <b>Общая трудоёмкость дисциплины</b> | <b>72</b>              | <b>72</b>                     |
| Контактная работа                    | 24                     | 10                            |
| Лекции (Лекции)                      | 8                      | 4                             |
| Практические (Практ. раб.)           | 16                     | 6                             |
| Самостоятельная работа (СР)          | 48                     | 62                            |
| Зачет                                | -                      | -                             |

3.2. Содержание курса:

| №<br>темы | Название<br>раздела/темы  | Вид учебной работы, час. |     |                |     |    |     | Формы текущего<br>контроля  |
|-----------|---|--------------------------|-----|----------------|-----|----|-----|---|
|           |   | Лекции                   |     | Практ.<br>раб. |     | СР |     |   |
|           |   | О                        | О-3 | О              | О-3 | О  | О-3 |   |
| 2 семестр |   |                          |     |                |     |    |     |   |
| 1         | Сероводородная<br>коррозия  | 2                        | 1   | 4              | 2   | 12 | 14  | отчет по<br>практической<br>работе; Реферат;<br>защита<br>презентаций;<br>Практическое<br>задание |
| 2         | Стимулирование<br>катодной реакции<br>при<br>сероводородной<br>коррозии | 2                        | 1   | 4              | 2   | 12 | 16  | отчет по<br>практической<br>работе; Реферат;<br>защита<br>презентаций                             |
| 3         | Влияние<br>сероводорода на<br>анодную стадию<br>коррозии                | 2                        | 1   | 4              | 1   | 12 | 16  | отчет о<br>практической<br>работе; защита<br>презентаций;<br>Практическое<br>задание              |

|   |  |   |   |   |   |    |    |                                      |
|---|--|---|---|---|---|----|----|--------------------------------------|
| 4 | Роль сульфидов железа как эффективных катодов. Питтингообразование | 2 | 1 | 4 | 1 | 12 | 16 | отчет о практической работе; Реферат |
|---|--|---|---|---|---|----|----|--------------------------------------|

## Тема 1. Сероводородная коррозия (ПК-2)

### Лекция.

Сероводородная коррозия. Природные источники сероводорода. Формы существования сероводорода в пластовых водах. Влияние кислотности среды

### Практическое занятие.

Практическое занятие

1. Содержание сероводорода в различных агрессивных средах нефтегазодобывающей и перерабатывающей промышленности.
2. Состав продуктов коррозии, возникающих в сероводородсодержащих средах.
3. Выполнить опыт.

"Влияние сероводорода на диффузию водорода в углеродистую сталь из кислых водных растворов"

Цель работы: Определить влияние сероводорода на ток диффузии водорода через стальную мембрану в 1 н. растворе кислоты (соляной или серной).

Исследование процесса диффузии водорода в металле проводится в электрохимической двухкамерной ячейке с рубашкой типа Дебанатхана (рис. 23) из стекла «Пирекс» с вертикально расположенной мембраной из стали Ст.3 толщиной 0,3 мм и площадью рабочей поверхности 3,63 см<sup>2</sup>.

В поляризационную часть ячейки вводится рабочий раствор, в неполяризационную (диффузионную) – фиксированный объем титрованного 0,01 н. раствора  $\text{KMnO}_4$  (35 мл). Согласно теории метода, диффундирующий через мембрану водород реагирует на ее диффузионной стороне по реакции:

$$3\text{H}_2\text{S} + \text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{OH}^-$$

Количество протиффундировавшего водорода оценивается по изменению концентрации перманганата калия, которое определяется путем титрования раствором щавелевой кислоты до и после опыта.

Опыт проводится в отсутствие сероводорода и в присутствии в количестве 50 мг/л.

### Задания для самостоятельной работы.

1. Характеристика сероводородсодержащих сред.
2. Механизмы участия сероводорода в коррозионном разрушении стали.

## Тема 2. Стимулирование катодной реакции при сероводородной коррозии (ПК-2)

### Лекция.

Стимулирование катодной реакции при сероводородной коррозии. Механизм действия сероводорода. Теория Иофа. Взгляды Розенфельда на механизм действия сероводорода на катодный процесс

### Практическое занятие.

Практическое занятие

1. Ингибирование сероводородной коррозии.
2. Синергетический эффект ингибиторов в присутствии сероводорода.
3. Действие карбамида и его производных.
4. Выполнить опыт. Влияние на диффузию водорода в углеродистую сталь из кислых растворов концентрации сероводорода..

Цель работы: Определить ток диффузии водорода через стальную мембрану в растворе  $\text{HCl}$  при разных концентрациях сероводорода (25, 50, 100, 200 мг/л)

Работа проводится аналогично опыту 1, только в поляризационную часть ячейки Деванатхана вводится раствор кислоты с разным содержанием сероводорода..

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Механизм действия ингибиторов сероводородной коррозии
2. Защитные свойства сульфидов металлов
3. Комплексный защитный эффект ингибитора и поверхностных сульфидов металла

### **Тема 3. Влияние сероводорода на анодную стадию коррозии (ПК-2)**

#### **Лекция.**

Влияние сероводорода на анодную стадию. Каталитический механизм действия сероводорода на анодную реакцию на железе. Влияние сероводорода на стационарный потенциал железа.

#### **Практическое занятие.**

Практическое занятие

1. Двухфазные эмульсионные среды.
2. Углеродородорастворимые ингибиторы.
3. Новые ингибиторы, разработанные в Институте Физической химии.
4. Механизм их действия.
5. Выполнить опыт.

"Влияние ингибиторов наводороживания в присутствии сероводорода"

Цель работы: Определить ток диффузии водорода через стальную мембрану в 1 н.

растворе кислоты (соляной или серной), содержащей определенное количество сероводорода (50, 100, 200 мг/л) и изучить влияние на него различных факторов: а) продолжительности испытаний, б) добавок ингибиторов коррозии

Работа проводится аналогично предыдущему описанию, но в поляризационную часть ячейки вводится 1 н раствор HCl с заданной концентрацией сероводорода в отсутствие и в присутствии ингибитора (по указанию преподавателя ).

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Влияние сероводорода на наводороживание стали
2. Влияние гидросульфидных ионов на процесс рекомбинации водородных атомов на поверхности железа
3. Влияние ингибиторов на наводороживание стали в сероводородных средах.

### **Тема 4. Роль сульфидов железа как эффективных катодов. Питтингообразование (ПК-2)**

#### **Лекция.**

Роль сульфидов железа как эффективных катодов. Питтингообразование. Сульфидная хрупкость. Влияние гидросульфидных ионов на процесс рекомбинации водородных атомов на поверхности железа. Методы борьбы с сульфидным охрупчиванием. Работы Н.И. Подобаева. Влияние температуры, гидродинамических условий.

#### **Практическое занятие.**

Практическое занятие

1. Сульфатредуцирующие бактерии.
2. Условия их жизнедеятельности. Сезонный характер.
3. Теория и механизм микробиологической коррозии, обусловленной деятельностью сульфатредуцирующих бактерий.
4. Объекты, подвергающиеся воздействию сульфатредуцирующих бактерий.
5. Выполнить опыт.

"Ингибирование сероводородной коррозии"

Цель работы: Оценить защитный эффект ингибиторов сероводородной коррозии.

В три герметичных ячейки наливают по 150 мл 10 %-го раствора серной кислоты, содержащей 50, 100 и 200 мг/л сероводорода: в каждую ячейку добавляют по 25 мг/л

ингибитора (по указанию преподавателя). Затем туда опускают подвешенные на полихлорвиниловой жилке образцы стали Ст3 (по 3 в каждую ячейку), предварительно зачищенные до зеркального блеска наждачной бумагой, протертые ватой, смоченной ацетоном, и взвешенные на аналитических весах. Через сутки после погружения в растворы образцы извлекают, тщательно промывают водой, сушат фильтровальной бумагой и взвешивают. Скорость коррозии рассчитывают по формуле  $K = \Delta t \cdot g / (S \cdot t \cdot \text{час})$ . Площадь образца  $S \text{ см}^2$  определяют путем измерения линейных размеров образца

#### Задания для самостоятельной работы.

1. Среды для комфортного существования сульфатредуцирующих бактерий.
2. Продуцирование сульфатредуцирующими бактериями сероводорода.
3. Сравнение влияния биогенного сероводорода и введенного извне.
4. Бактерицидные свойства ингибиторов коррозии.

#### 4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

##### 4.1. Распределение баллов:

##### 2 семестр

- текущий контроль – 80 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов

##### Распределение баллов по заданиям:

| № те мы | Название темы / вид учебной работы | Формы текущего контроля / срезы | Мак. кол-во баллов | Методика проведения занятия и оценки  |
|---------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------|---|
| 1.      | Сероводородная коррозия            | отчет по практической работе    | 5                  | выполнение лабораторной работы - 2 баллов, оформление результатов - 1 балл, защита лабораторной работы - 2 баллов.  |
|         |                                    | Реферат(контрольный срез)       | 10                 | 9-10 баллов – реферат соответствует теме, структура и оформление отвечает вышеперечисленным требованиям, студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию<br>4-8 балла – реферат соответствует теме, структура и оформление в основном отвечает вышеперечисленным требованиям, студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы<br>0-3 балла – в структуре и оформлении презентации имеются недоработки, материал представлен в презентации не рационально, мало иллюстративного материала, студент владеет неполной информацией по теме, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы<br>0-3 балла - в структуре и оформлении презентации имеются недоработки, материал представлен сплошным текстом, мало иллюстративного материала, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы |



|    |   |                              |    |  |
|----|---|------------------------------|----|--|
|    |   | защита презентаций           | 10 | <p>10-8 баллов – презентация соответствует теме, структура и оформление отвечает вышеперечисленным требованиям, студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию</p> <p>7-5 баллов – презентация соответствует теме, структура и оформление в основном отвечает вышеперечисленным требованиям, студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы</p> <p>4-3 балла – в структуре и оформлении презентации имеются недоработки, материал представлен в презентации не рационально, мало иллюстративного материала, студент владеет неполной информацией по теме, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы</p> <p>2 балла - в структуре и оформлении презентации имеются недоработки, материал представлен сплошным текстом, мало иллюстративного материала, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы</p> <p>1 балл - в структуре и оформлении презентации имеются значительные недоработки, материал представлен не по теме, сплошным текстом, мало иллюстративного материала, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, не может отвечать на поставленные дополнительные вопросы</p> |
|    |   | Практическое задание         | 5  | <p>5 баллов - студент самостоятельно может провести электрохимические испытания по оценке защитной эффективности ингибиторов, правильно дает оценку их применимости. 2-4 балла. Студент испытывает затруднения в экспериментальной части, 0-1 балл. Студент испытывает затруднения с выбором методики проведения эксперимента. Делает неверные выводы применения ингибиторов в тех или иных средах.</p>  |
|    |   | отчет по практической работе | 5  | <p>выполнение лабораторной работы - 2 баллов, оформление результатов - 1 баллов, защита лабораторной работы - 2 баллов.</p>  |
| 2. | Стимулирование катодной реакции при сероводородной коррозии | Реферат                      | 15 | <p>11-15 баллов – реферат соответствует теме, структура и оформление отвечает вышеперечисленным требованиям, студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию</p> <p>5-10 баллов – реферат соответствует теме, структура и оформление в основном отвечает вышеперечисленным требованиям, студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы</p> <p>0-4 балла – в структуре и оформлении презентации имеются недоработки, материал представлен в презентации не рационально, мало иллюстративного материала, студент владеет неполной информацией по теме, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы</p> <p>0-3 балла - в структуре и оформлении презентации имеются недоработки, материал представлен сплошным текстом, мало иллюстративного материала, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы</p>  |

|    |   |                             |    |  |
|----|---|-----------------------------|----|--|
|    |   | защита презентаций          | 10 | <p>10-8 баллов – презентация соответствует теме, структура и оформление отвечает вышеперечисленным требованиям, студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию</p> <p>7-5 баллов – презентация соответствует теме, структура и оформление в основном отвечает вышеперечисленным требованиям, студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы</p> <p>4-3 балла – в структуре и оформлении презентации имеются недоработки, материал представлен в презентации не рационально, мало иллюстративного материала, студент владеет неполной информацией по теме, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы</p> <p>2 балла - в структуре и оформлении презентации имеются недоработки, материал представлен сплошным текстом, мало иллюстративного материала, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы</p> <p>1 балл - в структуре и оформлении презентации имеются значительные недоработки, материал представлен не по теме, сплошным текстом, мало иллюстративного материала, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, не может отвечать на поставленные дополнительные вопросы</p>   |
| 3. | Влияние сероводорода на анодную стадию коррозии | отчет о практической работе | 5  | выполнение лабораторной работы - 2 баллов, оформление результатов - 1 баллов, защита лабораторной работы - 2 баллов.   |
|    |   | защита презентаций          | 15 | <p>13-15 баллов – презентация соответствует теме, структура и оформление отвечает вышеперечисленным требованиям, студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию</p> <p>8-12 баллов – презентация соответствует теме, структура и оформление в основном отвечает вышеперечисленным требованиям, студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы</p> <p>4-7 балла – в структуре и оформлении презентации имеются недоработки, материал представлен в презентации не рационально, мало иллюстративного материала, студент владеет неполной информацией по теме, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы</p> <p>2 балла - в структуре и оформлении презентации имеются недоработки, материал представлен сплошным текстом, мало иллюстративного материала, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы</p> <p>1 балл - в структуре и оформлении презентации имеются значительные недоработки, материал представлен не по теме, сплошным текстом, мало иллюстративного материала, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, не может отвечать на поставленные дополнительные вопросы</p> |

|    |  |                                  |     |   |
|----|--|----------------------------------|-----|---|
|    |  | Практическое задание             | 5   | 5 баллов - студент самостоятельно может провести электрохимические испытания по оценке защитной эффективности ингибиторов, правильно дает оценку их применимости. 2-4 балла. Студент испытывает затруднения в экспериментальной части, 0-1 балл. Студент испытывает затруднения с выбором методики проведения эксперимента. Делает неверные выводы применения ингибиторов в тех или иных средах.  |
| 4. | Роль сульфидов железа как эффективных катодов. Питтингообразование           | отчет о практической работе      | 5   | выполнение лабораторной работы - 2 баллов, оформление результатов - 1 баллов, защита лабораторной работы - 2 баллов.  |
|    |  | <b>Реферат(контрольный срез)</b> | 10  | 9-10 баллов – реферат соответствует теме, структура и оформление отвечает вышеперечисленным требованиям, студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию<br>4-8 балла – реферат соответствует теме, структура и оформление в основном отвечает вышеперечисленным требованиям, студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы<br>0-3 балла – в структуре и оформлении презентации имеются недоработки, материал представлен в презентации не рационально, мало иллюстративного материала, студент владеет неполной информацией по теме, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы<br>0-3 балла - в структуре и оформлении презентации имеются недоработки, материал представлен сплошным текстом, мало иллюстративного материала, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы |
| 5. | Премияльные баллы  |                                  | 20  | Баллы начисляются за результативное участие в проектах, олимпиадах, выставках и т.п.  |
| 6. | Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы |                                  | 50  | Студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольных срезов.  |
| 7. | Итого за семестр   |                                  | 100 |   |

Итоговая оценка по зачету выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

| 100-балльная система | Традиционная система |
|----------------------|----------------------|
| 50 - 100 баллов      | Зачтено              |
| 0 - 49 баллов        | Не зачтено           |

#### 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

##### защита презентаций

##### Тема 1. Сероводородная коррозия

1. Содержание сероводорода в различных агрессивных средах нефтегазодобывающей и перерабатывающей промышленности.
2. Природные источники сероводорода.

3. Формы существования сероводорода в пластовых водах.
4. Состав продуктов коррозии, возникающих в сероводородсодержащих средах.

#### Тема 2. Стимулирование катодной реакции при сероводородной коррозии

1. Механизм действия ингибиторов сероводородной коррозии
2. Защитные свойства сульфидов металлов
3. Комплексный защитный эффект ингибитора и поверхностных сульфидов металла

#### Тема 3. Влияние сероводорода на анодную стадию коррозии

1. Двухфазные эмульсионные среды.
2. Углеродорастворимые ингибиторы.
3. Новые ингибиторы, разработанные в Институте физической химии и электрохимии.
4. Механизм их действия.

### **отчет о практической работе**

#### Тема 3. Влияние сероводорода на анодную стадию коррозии

1. Каковы основные структурные элементы, используемые в методе импедансной спектроскопии?
2. Что представляет собой годограф импеданса (диаграмма Найквиста) в сероводородсодержащих средах?
3. Приведите примеры эквивалентных схем, моделирующих процесс коррозии металла в присутствии сероводорода и углекислого газа. Объясните значения всех элементов схемы.
4. Как изменяется емкость двойного слоя при адсорбции ингибитора в сероводородсодержащих и углекислотных средах.
5. О чем говорит рост сопротивления переносу заряда анодной реакции при введении ингибитора?
6. Когда можно использовать сопротивление переносу заряда анодной реакции для расчета защитного эффекта ингибитора?

#### Тема 4. Роль сульфидов железа как эффективных катодов. Питтингообразование

1. Когда возможно протекание коррозии металла с водородной деполяризацией?
2. Сколько стадий и какие включает процесс водородной деполяризации?
3. Чем обусловлено наличие водородного перенапряжения?
4. Какие известны теории водородного перенапряжения?
5. Запишите уравнение водородного перенапряжения, соответствующее теории за-медленного разряда, развитой в работах А.Н. Фрумкина.
6. Какие частные случаи вытекают из уравнения водородного перенапряжения?

### **отчет по практической работе**

### Тема 1. Сероводородная коррозия

1. С чем связано снижение скорости коррозии стали во времени в сероводородных и углекислотных средах?
2. В чем сущность метода разделения вкладов ингибитора и пленки продуктов коррозии в защитный эффект в ингибированных растворах?
3. Покажите схематически возможность разделения этих вкладов.

### Тема 2. Стимулирование катодной реакции при сероводородной коррозии

1. Запишите уравнения Фольмера, Тафеля и Гейровского.
2. Чем вызывается водородное охрупчивание металла?
3. Что такое наводороживание металла?
4. Какие вещества являются стимуляторами наводороживания стали?
5. Каков механизм действия стимуляторов наводороживания?
6. Как экспериментально определяется количество водорода, диффундирующего в стальную мембрану?

## Практическое задание

### Тема 1. Сероводородная коррозия

Студент должен электрохимическими методами оценить защитное действие ингибиторов по поттошению к металлам или сплавам (на усмотрение преподавателя), дать оценку применимости ингибитора в тех или иных агрессивных средах.

### Тема 3. Влияние сероводорода на анодную стадию коррозии

Студент должен оценить степень адсорбции ингибитора сероводородной коррозии на стали с помощью метода электрохимического импеданса.

## Реферат

### Тема 1. Сероводородная коррозия

1. Характеристика сероводородсодержащих сред.
2. Механизмы участия сероводорода в коррозионном разрушении стали.
3. Влияние сероводорода на диффузию водорода в углеродистую сталь

### Тема 2. Стимулирование катодной реакции при сероводородной коррозии

1. Ингибирование сероводородной коррозии.
2. Синергетический эффект ингибиторов в присутствии сероводорода.
3. Действие карбамида и его производных.

### Тема 4. Роль сульфидов железа как эффективных катодов. Питтингообразование

1. Среда для комфортного существования сульфатредуцирующих бактерий.
2. Продуцирование сульфатредуцирующими бактериями сероводорода.

3. Сравнение влияния биогенного сероводорода и введенного извне.
4. Бактерицидные свойства ингибиторов коррозии.

#### 4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

##### Типовые вопросы зачета (ПК-2)

Типовые вопросы зачета

1. Сероводородная коррозия.
2. Стимулирование катодной реакции при сероводородной коррозии.
3. Механизм действия сероводорода. Теория Иофа. Взгляды Розенфельда
4. Влияние сероводорода на анодную стадию.
5. Каталитический механизм действия сероводорода на анодную реакцию на железе.
6. Роль сульфидов железа

##### Типовые задания для зачета (ПК-2)

Примерные темы презентаций

Тема 1. Сероводородная коррозия металлов. Влияние природы металла.

Тема 2. Замедление диффузии водорода в углеродистую сталь из кислых водных растворов, содержащих сероводород

Тема 3. Влияние ингибиторов сероводородной коррозии. Кинетика и механизм процесса в их присутствии.

#### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

| Оценка                          | Компетенции | Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)   |
|---------------------------------|-------------|--|
| «зачтено»<br>(50 - 100 баллов)  | ПК-2        | Демонстрирует знание основ теории, методов изучения сероводородной коррозии и способов ее снижения. Применяет полученные знания на практике для решения конкретной задачи. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано. |
| «не зачтено»<br>(0 - 49 баллов) | ПК-2        | Демонстрирует слабый уровень знаний материала, не знает терминологию и основные закономерности. Не способен применять на практике методы по изучению сероводородной коррозии.  |

#### 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

##### 5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

## 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

## 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

## 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Основная литература:**

1. Семенова И. В., Флорианович Г. М., Хорошилов А. В. Коррозия и защита от коррозии : учебное пособие. - 3-е изд., перераб. и доп.. - Москва: Физматлит, 2010. - 416 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68857>

### **6.2 Дополнительная литература:**

1. Цыганкова Л.Е., Вигдорович В.И. Лабораторный практикум по химическому сопротивлению материалов и защите от коррозии : учеб. пособие для хим. фак. ун-тов. - Изд. 2-е, перераб. и доп.. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2010. - 197 с.
2. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Кинетика и механизм электродных реакций в процессах коррозии металлов : учеб. пособие для хим. фак. ун-тов. - Изд. 2-е, перераб. и доп.. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2010. - 127 с.

### **6.3 Иные источники:**

1. Интернет-энциклопедии - <http://www.rubicon.com/>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.



Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

7-Zip 9.20

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
2. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
3. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.