

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

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



Е. В. Скрипникова  
«22» июня 2023 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.1 Электролитический водород в металлах

Направление подготовки/специальность: 04.04.01 - Химия

Профиль/направленность/специализация: Фундаментальная и прикладная химия

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: Магистр

год набора: 2023

Тамбов, 2023

**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 «15» июня 2023 г. Протокол № 8

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «22» июня 2023 г. № 10.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Магистратуры.....	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).....	16
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	17
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	18

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-2 Способен управлять научными исследованиями в области проверок коррозионного состояния и защищенностью линейных сооружений и объектов

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

- научно-исследовательский
- организационно-управленческий

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 научнотехнических, 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 научными исследованиями в области проверок коррозионного состояния и защищенностью линейных сооружений и объектов	Разрабатывает план мероприятий по изучению процесса твердофазной диффузии водорода в металлы и способы его снижения

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

ПК-2 Способен управлять научными исследованиями в области проверок коррозионного состояния и защищенностью линейных сооружений и объектов

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения	
		Очная (семестр)	
		2	4
1	Защита металлов от микробиологической коррозии	+	
2	Защита металлов от сероводородной коррозии	+	

3	Основы современной гальванотехники	+	
4	Преддипломная практика		+
5	Управление смачиванием и адсорбцией на поверхности раздела фаз	+	

## 2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры:

Дисциплина «Электролитический водород в металлах» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 04.04.01 - Химия.

Дисциплина «Электролитический водород в металлах» изучается в 1 семестре.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 5 з.е.

Очная: 5 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>180</b>
Контактная работа	48
Лекции (Лекции)	16
Практические (Практ. раб.)	32
Самостоятельная работа (СР)	96
Экзамен	36

## 3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	
1 семестр					
1	Предмет и задачи курса. Развитие представлений о наводороживании и поведении водорода в металле	3	6	18	Собеседование
2	Растворение водорода в металлах	3	8	18	Опрос; Реферат
3	Химическое взаимодействие водорода с металлами	3	6	20	Контрольная работа; Тестирование

4	Водород-железо. Теоретические основы наводороживания.	3	6	20	Опрос
5	Ингибирование и стимулирование наводороживания.	4	6	20	Собеседование; Практическое задание

## **Тема 1. Предмет и задачи курса. Развитие представлений о наводороживании и поведении водорода в металле (ПК-2)**

### **Лекция.**

Предмет и задачи курса. Развитие представлений о наводороживании и поведении водорода в металле. Практическая значимость дисциплины. Решение теоретических задач.

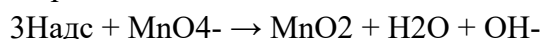
### **Практическое занятие.**

1. Какие стадии включает процесс проникновения водорода в металл?
2. От каких факторов зависит физическая адсорбция водорода?
3. Физическая адсорбция водорода обратима или необратима?
4. Чем объясняется, что изотерма адсорбции водорода железом, Ni, Cu не является плавной кривой?
5. Через какие металлы диффундирует водород?
6. Какая предварительная стадия при диффузии водорода в металл?
7. Как влияют температура и давление на скорость диффузии водорода в металле?
8. В каком металле самая высокая скорость диффузии водорода?
9. В каком состоянии находится водород при диффузии через металл?
10. выполнение опыта: Диффузия водорода в углеродистую сталь из кислых водных растворов.

Цель работы: Определить 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.

В поляризационную часть ячейки вводится рабочий раствор, в неполяризационную (диффузионную) – фиксированный объем титрованного 0,01 н. раствора КмнО<sub>4</sub> (35 мл). Согласно теории метода, диффундирующий через мембрану водород реагирует на ее диффузионной стороне по реакции:



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

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

Цель: систематизировать и закрепить изученный материал представлений о наводороживании и поведении водорода в металле.

-проработка конспектов лекций

- подготовка к опросу, коллоквиуму, тестированию

## **Тема 2. Растворение водорода в металлах (ПК-2)**

### **Лекция.**

Образование твердых растворов водорода в металлах. Оклюзия водорода в металлах. Способы выражения количества окклюдированного водорода. Влияние температуры на окклюзию водорода. Зависимость растворимости водорода от агрегатного состояния металла. Теория нахождения водорода в металле в виде протона в электронных оболочках металла.

### **Практическое занятие.**

1. Что понимают под термином «растворение водорода в металле»?
2. Каков смысл термина «твердый раствор» для водорода в металле?
3. Соответствует ли термин «твердый раствор» для системы металл-водород?
4. Что означает термин «окклюзия» водорода, какой термин ему равноценен?
5. Какие газы обладают способностью к окклюзии металлом?
6. В каком виде водород окклюдирован металлами и чем это объясняется?

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

- проработка конспектов лекций
- подготовка к опросу, коллоквиуму, тестированию

### **Тема 3. Химическое взаимодействие водорода с металлами (ПК-2)**

#### **Лекция.**

Классификации водородсодержащих соединений элементов. . Классификация в соответствии с периодической системой Д.И. Менделеева. Свойства гидридов элементов 1-VIII групп.

#### **Практическое занятие.**

1. Как идет диффузия водорода в металле: по границам зерен или сквозь них? Какими опытами это доказано?
2. От чего зависит скорость диффузии водорода в металле: от размеров пустот или от энергетики атомов металла?
3. Как влияет состояние поверхности металла на скорость диффузии?
4. Как влияют аллотропные превращения металлов на скорость диффузии водорода?
5. Какие внешние воздействия на металл могут изменить скорость диффузии водорода?

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

систематизировать и закрепить изученный материал Способы определения физико – химических характеристик металла. Влияние наводороживания на характеристики металла. Способы защиты. Конспектирование материала.

- проработка конспектов лекций
- подготовка к опросу, коллоквиуму

### **Тема 4. Водород-железо. Теоретические основы наводороживания. (ПК-2)**

#### **Лекция.**

Растворимость водорода в железе при плавлении и аллотропных превращениях. Влияние добавок других элементов к железу на растворимость водорода в нем. Состояние водорода в железе. Распространенное мнение о нахождении электролитического водорода внутри металла и его экспериментальное опровержение. Две формы адсорбированного водорода на поверхности металла  $H_{адс}$  и  $H_{сдс}$ , отвечающие за молекулярную и твердофазную диффузию.

#### **Практическое занятие.**

1. При каких температурах наблюдается измеримая окклюзия водорода железом? К чему приводит повышение температуры?
2. Как изменяется растворимость водорода в железе при плавлении и аллотропных превращениях?
3. В каком виде адсорбируется водород железом? Чем подтверждается?
4. Какое железо, техническое или очищенное, больше поглощает водорода? Почему?
5. При каких температурах наблюдается измеримая окклюзия водорода железом? К чему приводит повышение температуры?
6. Как изменяется растворимость водорода в железе при плавлении и аллотропных превращениях?
7. В каком виде адсорбируется водород железом? Чем подтверждается?
8. Какое железо, техническое или очищенное, больше поглощает водорода? Почему?

9. Какие 2 формы адсорбированного водорода существуют на поверхности металла, согласно Хориути и др?

10. Какой водород Нгадс или Нсадс отвечает за молизацию, а какой за твердофазную диффузию?

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

-систематизировать и закрепить изученный материал. Состояние, в котором диффундирует водород в железе. Влияние структуры стали и величины зерна на диффузию водорода. Влияние излучений на растворимость водорода в железе. Данные о химическом взаимодействии водорода с железом. 2 формы адсорбированного водорода на поверхности металла, влияние их на наводороживание. Влияние катодной поляризации на наводороживание. Влияние лимитирующей стадии реакции выделения водорода (реакции Фольмера или Тафеля) на наводороживание металла.

Конспектирование материала.

- подготовка к опросу, коллоквиуму, тестированию.

### **Тема 5. Ингибирование и стимулирование наводороживания. (ПК-2)**

#### **Лекция.**

Ингибиторы наводороживания

Стимуляторы наводороживания. Промоторы. Механизм действия.

#### **Практическое занятие.**

1. Как связана растворимость водорода в металлах с их положением в периодической таблице?
2. Как влияет эндотермическая окклюзия на кристаллическую решетку металла и на его механические свойства (на примере железа)?
3. Какова гипотеза о состоянии поглощенного металлом водорода, подтвержденная экспериментом?
4. Как было подтверждено нахождение водорода в металле в виде протонов?
5. За счет каких реакций на поверхности металлов образуется Надс?
6. Стимуляторы наводороживания.
7. Ингибиторы наводороживания.
8. Выполнение опыта

Влияние стимуляторов наводороживания.

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

Ход эксперимента соответствует описанию в лабораторной работе по теме 1.

Но в поляризационную часть ячейки вводится 1 н раствор HCl с добавкой 5 ммоль/л роданида калия, в диффузионную часть – как обычно, раствор перманганата калия.

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

Конспектирование материала: ингибирование и стимулирование наводороживания железа и стали в присутствии в растворе сероводорода и углекислого газа. Стимулирующее влияние на наводороживание металлов роданида калия. Ингибирующее действие на наводороживание железа и сталей ингибиторов коррозии этих металлов в кислых средах. Кинетика и механизм процесса в их присутствии. Ингибиторы катодного действия. Механизмы катодного выделения водорода.

Основной механизм защиты ингибиторами наводороживания. Положительные стороны стимулирования наводороживания, как накопление электролитического водорода.

Влияние природы растворителя (вода, этиленгликоль). Влияние концентрации стимуляторов и ингибиторов наводороживания. Влияние катодной поляризации металла.

- Подготовка к опросу, коллоквиуму, тестированию.

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

#### **4.1. Распределение баллов:**



## 1 семестр

- текущий контроль – 50 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 10 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

## Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Предмет и задачи курса. Развитие представлений о наводороживании и поведении водорода в металле	Собеседование	10	<p>10 баллов - студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию</p> <p>5-9 баллов – студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы</p> <p>5-3 балла – имеются недоработки, материал представлен не рационально, мало иллюстративного материала, студент владеет неполной информацией по теме, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы</p> <p>0- 2 баллов - 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>
2.	Растворение водорода в металлах	Опрос	10	<p>9-10 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано, уместно используется информационный и иллюстративный материал (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.). На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.</p> <p>8-7 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений</p> <p>5-6 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания</p> <p>0-4 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом.</p>

		Реферат	10	<p>10 баллов - студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию</p> <p>6-9 баллов – реферат соответствует теме, структура и оформление в основном отвечает вышеперечисленным требованиям, студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы, присутствуют отдельные недочеты;</p> <p>3-5 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- 2 баллов - 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>
3.	Химическое взаимодействие водорода с металлами	<b>Контрольная работа(контрольный срез)</b>	10	Решение 5 задач. Верное решение одной задачи – 2 балла, логически верное решение, содержащее ошибку в расчетах – 1 балл, неверное решение – 0 баллов
		Тестирование	5	Решение теста из 10 вопросов. По 0,5 баллу за правильный ответ.
4.	Водород-железо. Теоретические основы наводороживания.	Опрос	10	<p>Активное участие в обсуждении пройденного материала, верные ответы на вопросы – 5 баллов.</p> <p>Активное участие в обсуждении пройденного материала, но в ответе присутствуют некоторые ошибки – 2-4 балла.</p> <p>Нежелание участвовать в обсуждении пройденного материала или грубые ошибки в изложении материала – 0 – 1 балла</p>
5.	Ингибирование и стимулирование наводороживания.	<b>Собеседование(контрольный срез)</b>	10	<p>10 баллов - студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию</p> <p>5-9 баллов – студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы</p> <p>5-3 балла – имеются недоработки, материал представлен не рационально, мало иллюстративного материала, студент владеет неполной информацией по теме, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы</p> <p>0- 2 баллов - 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>
		Практическое задание	5	5 баллов - студент самостоятельно может провести электрохимические испытания по оценке наводороживания металлов. 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.
6.	Премияльные баллы		10	начисляются за постоянную активность на практических занятиях

7.	Ответ на экзамене	30	10-17 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно» 18-24 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо», 25-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично».
8.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы	50	Студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольных срезов.
9.	Итого за семестр	100	

Итоговая оценка по экзамену 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
85 - 100 баллов	Отлично
70 - 84 баллов	Хорошо
50 - 69 баллов	Удовлетворительно
Менее 50	Неудовлетворительно

#### 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

### Контрольная работа

#### Тема 3. Химическое взаимодействие водорода с металлами

1. При замене ингибитора в условиях коррозии стали величина  $\gamma$  возросла с 5 до 10 раз. На сколько процентов выросло значение  $Z$ ?

2. На основе кинетической изотермы для однородной поверхности и выражения для скорости процесса при наличии только энергетического действия ингибитора вывести выражение, позволяющее получить прямолинейную графическую зависимость. Построить график.

3. При скорости коррозии железа в атмосфере  $0,07 \text{ г}/(\text{см}^2\text{год})$  с учетом, что процесс идет с кислородной деполяризацией и с образованием  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , рассчитать количество кислорода, необходимое для протекания процесса.

4. Скорость коррозии алюминия летом в тропиках при средней температуре  $30^\circ\text{C}$  составляет  $0,25 \text{ г}/(\text{м}^2\cdot\text{год})$ . Какова скорость коррозии осенью при средней температуре  $20^\circ\text{C}$ , если температурный коэффициент равен 0,5.

5. Скорость коррозии  $\text{Zn}$  в открытой промышленной атмосфере  $3,7 \text{ мкм}/\text{год}$ , а в будке  $2 \text{ мкм}/\text{год}$ . Определить защитный эффект будки в %.

### Опрос

#### Тема 2. Растворение водорода в металлах

1. Что понимают под термином «растворение водорода в металле»?
2. Каков смысл термина «твердый раствор» для водорода в металле?
3. Соответствует ли термин «твердый раствор» для системы металл-водород?

4. Что означает термин «окклюзия» водорода, какой термин ему равноценен?

#### Тема 4. Водород-железо. Теоретические основы наводороживания.

1. Как связана растворимость водорода в металлах с их положением в периодической таблице?
2. Как влияет эндотермическая окклюзия на кристаллическую решетку металла и на его механические свойства (на примере железа)?
3. Какова гипотеза о состоянии поглощенного металлом водорода, подтвержденная экспериментом?
4. Как было подтверждено нахождение водорода в металле в виде протонов?

### Практическое задание

#### Тема 5. Ингибирование и стимулирование наводороживания.

Студент должен электрохимическими методами оценить степень наводороживания по отношению к металлам или сплавам (на усмотрение преподавателя), дать оценку применимости ингибитора в тех или иных агрессивных средах.

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?

### Реферат

#### Тема 2. Растворение водорода в металлах

1. Твердых растворов водорода в металлах.
2. Влияние температуры на окклюзию водорода.
3. Теория нахождения водорода в металлах.

### Собеседование

#### Тема 1. Предмет и задачи курса. Развитие представлений о наводороживании и поведении водорода в металле

1. Какие стадии включает процесс проникновения водорода в металл?
2. От каких факторов зависит физическая адсорбция водорода?
3. Физическая адсорбция водорода обратима или необратима?
4. Чем объясняется, что изотерма адсорбции водорода железом, Ni, Cu не является плавной кривой?

#### Тема 5. Ингибирование и стимулирование наводороживания.

1. Как связана растворимость водорода в металлах с их положением в периодической таблице?
2. Как влияет эндотермическая окклюзия на кристаллическую решетку металла и на его механические свойства (на примере железа)?
3. Какова гипотеза о состоянии поглощенного металлом водорода, подтвержденная экспериментом?

4. Как было подтверждено нахождение водорода в металле в виде протонов?

### Тестирование

#### Тема 3. Химическое взаимодействие водорода с металлами

1. Какие металлы наз. сольвофильными?

(?) для которых  $\Delta G_{\text{адс}} \text{ растворителя} = 0$ ;

(?) для которых  $\Delta G_{\text{адс}} \text{ растворителя} > 0$ ;

(?) для которых  $\Delta G_{\text{адс}} \text{ растворителя} = 100$

(?) для которых  $\Delta G_{\text{адс}} \text{ растворителя} < 0$ ;

2. На каких металлах преимущественно изучалась кинетика электродных процессов, в том числе, в присутствии ПАВ?

(?) на черных металлах;

(?) на ртути и амальгамах;

(?) на цветных металлах;

(?) на Pt и Ir.

3. Что характеризует константа «а» в уравнении изотермы адсорбции Фрумкина?

(?) константу адсорбционного равновесия;

(?) энергетическую неоднородность поверхности;

(?) тафелевский наклон поляризационных кривых.

(?) взаимодействие между адсорбированными частицами;

4. К какому типу относится ингибитор триметилбензиламмониййодид?

(?) катионо-анионоактивный;

(?) анионоактивный;

(?) молекулярный;

(?) протонирующийся.

5. За счет какого эффекта добавка галогенид-ионов к сернокислому раствору повышает перенапряжение водорода на Fe?

- (?) блокировка;
- (?)  $\psi_1$ -эффект;
- (?) изменение энергии связи  $\text{Надс}$  с Fe;
- (?) кинетический эффект.

6. Почему органические катионы в р-ре HCl сильно затормаживают PVB, а в р-ре  $\text{H}_2\text{SO}_4$  очень слабо?

- (?) из-за эффекта синергизма  $\text{Cl}^-$ -ионов и органических катионов;
- (?) из-за эффекта синергизма  $\text{SO}_4^{2-}$ -ионов и органических катионов;
- (?) Из-за адсорбции  $\text{H}_2\text{O}$  в р-ре HCl;
- (?) Из-за адсорбции  $\text{H}_2\text{O}$  в р-ре  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

7. Какому типу поверхности соответствует кинетическая изотерма  $\theta = 1 - \exp(-k\tau)$ ?

- (?) равномерно-неоднородная;
- (?) однородная;
- (?) экспоненциально-неоднородная;
- (?) равномерно-однородная.

8. Что такое эффект синергизма?

- (?) подавление одним веществом защитных свойств другого;
- (?) взаимное усиление защитных свойств двух веществ;
- (?) вытеснение одним веществом адсорбированных частиц другого;
- (?) химическая реакция между двумя веществами.

9. Как сочетается адсорбция ингибитора и  $\text{OH}^-$  на поверхности железа в 3-х стадийном механизме анодной ионизации?

- (?) в 1 стадии адс-ся ингибитор;

(?) в первой стадии адсорбируется ОН- и ингибитор;

(?) во второй стадии адс-ся ингибитор;

(?) во второй стадии адсорбируется ОН- и ингибитор;

10. Почему увеличение размера молекул ингибиторов вследствие введения крупных заместителей усиливает их ингибирующее действие?

(?) из-за увеличения блокировки поверхности;

(?) из-за увеличения энергии связи Н с металлом;

(?)из-за увеличения тафелевских наклонов;

(?) из-за увеличения коэффициентов переноса.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

#### Типовые вопросы экзамена (ПК-2)

Типовые вопросы экзамена

1. Подповерхностный и надповерхностный водород в металлах.
2. Состояние водорода в металлах.
3. Активированная и неактивированная адсорбция.

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

Типовые задания для экзамена

1. Влияние фазового состава сплава на диффузию водорода в железо.
2. Влияние термической обработки на диффузию водорода в сталь.
3. Влияние абсорбированного водорода на электропроводность металлов.

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично» (85 - 100 баллов)	ПК-2	Владеет в высокой степени основными теоретическими знаниями, методами определения потока твердофазной диффузии водорода и способами его снижения. Знает основные стимуляторы и ингибиторы наводороживания и влияние последнего на механические свойства металла. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано
«хорошо» (70 - 84 баллов)	ПК-2	Демонстрирует достаточный уровень знания материала по влиянию электролитического водорода на пластические свойства металла и способам снижения этого влияния. Легко ориентируется в изучаемом материале. Проявляет некоторую неуверенность в ответах на дополнительные вопросы

«удовлетворительно» (50 - 69 баллов)	ПК-2	Демонстрирует не достаточный уровень теоретических знаний и экспериментальных методов определения потока твердофазной диффузии водорода в металл. Ответ не всегда логично выстроен, материал излагается без применения научной терминологии
«неудовлетворительно» (менее 50 баллов)	ПК-2	Демонстрирует слабый уровень знаний материала. Не знает терминологию и основные закономерности

## 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. Цыганкова Л.Е., Вигдорович В.И. Ингибиторы коррозии металлов : учеб. пособие для хим. фак. ун-тов. - Изд. 2-е, перераб. и доп.. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2010. - 269 с.
2. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Кинетика и механизм электродных реакций в процессах коррозии металлов : учеб. пособие для студ. химических фак-тов ун-тов. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2010. - 127с.

### 6.2 Дополнительная литература:

1. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Электрохимическое и коррозионное поведение металлов в кислых спиртовых и водно-спиртовых средах : [монография]. - М.: Радиотехника, 2009. - 327 с.
2. Цыганкова Л.Е., Вигдорович В.И. Лабораторный практикум по химическому сопротивлению материалов и защите от коррозии : учеб.пособие для студ.химических фак-тов ун-тов. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2010. - 198с.
3. Абрикосов А. А. Основы теории металлов : учебное пособие. - 2-е изд., доп. и испр.. - Москва: Физматлит, 2010. - 599 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67590>
4. Белоглазов С.М. Электрохимический водород и металлы. Поведение, борьба с охрупчиванием. - Калининград: Изд-во Калининградского гос. ун-та, 2004. - 320 с.

### 6.3 Иные источники:

1. Интернет-энциклопедии - <http://www.rubicon.com/>
2. ЭБС «Znaniy.com» - <http://www.znaniy.com/index.php?item=main>
3. Химическая энциклопедия на сайте «Химик.ру» - <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/>
4. учебные материалы на сайте химического факультета МГУ - <http://www.chem.msu.su/rus/chemistry>
5. электронная библиотека. - <http://www.aup.ru/books/>

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