

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Химическое сопротивление материалов и
защита от коррозии»
для студентов направления подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Ставрополь 2023

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями ФГОС ВО и рабочей программы дисциплины «Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии». Указания предназначены для студентов очной формы обучения направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование. Содержат основные разделы изучаемого теоретического материала, перечень вопросов необходимых для проработки, а также список рекомендуемой литературы.

Составители

Е.В. Вернигорова, ст. преподаватель

Отв. редактор

А.И. Свидченко, канд. техн. наук, доцент.

СОДЕРЖАНИЕ

1	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1	4
	ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ КОРРОЗИЯ	
2	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2	8
	ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА КОРРОЗИОННОЙ	
	СРЕДЫ НА СКОРОСТЬ КОРРОЗИИ	
3	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3	14
	ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ КОРРОЗИИ ОБЪЕМНЫМ	
	МЕТОДОМ	
4	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4	19
	АТМОСФЕРНАЯ КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ	
5	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5	22
	ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ	
6.	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6	
	ПАССИВАЦИЯ СТАЛИ В СРЕДЕ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ	25
7.	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7	
	ПАССИВАЦИЯ СТАЛИ В СРЕДЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ	28
8.	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8	
	ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДЫ МЕТАЛЛА НА ПРОЦЕСС ПАССИ-	
	ВАЦИИ	32
	КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	36
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	37

1 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ КОРРОЗИЯ

Цель работы: 1. Изучить процесс электрохимической коррозии металлов в различных средах.
2. Освоить составление схемы электрохимической коррозии металлов.

Оборудование. Материалы

1. Железо луженое.
2. Железо латунированное.
3. Гвозди железные.
4. Опилки чугунные.
5. Пластина цинковая.
6. Проволока медная.
7. Раствор гексацианоферрата (III) калия $K_3[Fe(CN)_6]$ с концентрацией $\omega(K_3[Fe(CN)_6]) = 1,0\%$.
8. Раствор серной кислоты H_2SO_4 с концентрацией $C(H_2SO_4) = 0,01$ моль/дм³.
9. Раствор хлорида натрия $NaCl$ с концентрацией $\omega(NaCl) = 3,0\%$.
10. Раствор сульфата меди $CuSO_4$ с концентрацией $\omega(CuSO_4) = 3,0\%$.
11. Раствор уротропина $(CH_2)_6N_4$ с концентрацией $\omega((CH_2)_6N_4) = 1,0\%$.
12. Колба плоскодонная 50 см³.
13. Трубка газоотводная.
14. Стеклянная трубка диаметром 1 см, согнутая под углом 90°.
15. Пробирки, воронка.

ХОД РАБОТЫ

1 Коррозия медно-цинковых пластинок

1.1 В стеклянную согнутую под прямым углом трубку налейте раствор серной кислоты H_2SO_4 с концентрацией $C(H_2SO_4) = 0,01$ моль/дм³ до середины трубки. В одно колено трубки опустите цинковую полоску, в другую – медную проволоку так, чтобы они не соприкасались. Зафикси-

руйте выделение газа в колене с цинковой пластинкой. Визуальные наблюдения занесите в графу «Выводы. Наблюдения»(таблица 1.1).

1.2 Спустите медную проволоку глубже в раствор серной кислоты до соприкосновения с цинковой пластиной. Зафиксируйте выделение газа в обоих коленах. Визуальные наблюдения занесите в графу «Выводы. Наблюдения».

1.3 Объясните происходящие процессы. В графе «Уравнение электрохимической реакции» составьте схемы электрохимической коррозии металлов с указанием катодного и анодного процессов.

2 Коррозия чугунных опилок

2.1 В плоскодонную колбу емкостью 50 см³ поместите 1 г чугунных опилок. Смочите их раствором хлорида натрия NaCl с концентрацией $\omega(\text{NaCl}) = 3,0\%$. Колбу плотно закройте пробкой с вставленной в нее газоотводной стеклянной трубкой, дважды изогнутой под прямым углом (рисунок 1.1).

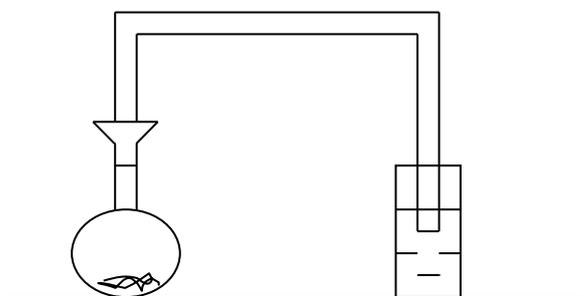


Рисунок 1.1 – Схема установки коррозии

2.2 Второй конец трубки опустите в пробирку с водой. Через 10 минут наблюдайте подъем воды в трубке за счет создания некоторого разрежения в колбе, а также изменение окраски чугунных опилок. Визуальные наблюдения занесите в графу «Выводы. Наблюдения».

2.3 Объясните происходящие процессы. В графе «Уравнение электрохимической реакции» составьте схемы электрохимической коррозии чугунных опилок с указанием катодного и анодного процессов.

3 Изучение замедлителей коррозии – ингибиторов

3.1 В две пробирки поместите по одному зачищенному наждачной бумагой от оксидной пленки железному гвоздю. В каждую пробирку налейте по 4-5 см³ раствора серной кислоты H₂SO₄ с концентрацией C(H₂SO₄) = 0,01 моль/дм³; прибавьте по 2 капли раствора K₃[Fe(CN)₆].

3.2 В одну из пробирок добавьте 3-5 капель раствора уротропина (CH₂)₆N₄ с концентрацией ω((CH₂)₆N₄) = 1,0% в качестве ингибитора. Оставьте пробирки на 10 минут.

3.3 Визуальные наблюдения занесите в графу «Выводы. Наблюдения». Объясните происходящие процессы. В графе «Уравнение электрохимической реакции» составьте схемы электрохимической коррозии железа с указанием катодного и анодного процессов.

3.4 Сравните скорость электрохимической коррозии железа в обеих пробирках. Выводы занесите в графу «Выводы. Наблюдения».

4 Коррозия железа луженого

4.1 На пластину луженого железа нанесите несколько свежих царапин ножом. Пластику поместите в стакан на 10 минут с раствором хлорида натрия NaCl с концентрацией ω(NaCl) = 3,0%.

4.2 В стакан добавьте несколько капель раствора гексацианоферрата (III) калия K₃[Fe(CN)₆]. Зафиксируйте наличие в растворе ионов Fe²⁺, о чем свидетельствует появление осадка турбуллевой сини. Визуальные наблюдения занесите в графу «Выводы. Наблюдения».

4.3 В графе «Уравнение электрохимической реакции» составьте схемы электрохимической коррозии луженого железа с указанием катодного и анодного процессов

4.4 Укажите тип покрытия – анодное или катодное.

5 Коррозия железа латунированного

5.1 На пластину латунированного железа нанесите несколько свежих царапин ножом. Пластику поместите в стакан на 10 минут с раствором хлорида натрия NaCl с концентрацией ω(NaCl) = 3,0%.

5.2 В стакан добавьте несколько капель раствора гексацианоферрата (III) калия K₃[Fe(CN)₆]. Визуальные наблюдения занесите в графу «Выводы. Наблюдения».

5.3 В графе «Уравнение электрохимической реакции» составьте схемы электрохимической коррозии луженого железа с указанием катодного и анодного процессов

5.4 Укажите тип покрытия – анодное или катодное.

Таблица 1.1 – Экспериментальные данные

Коррозионная система	Уравнение электрохимической реакции	Выводы. Наблюдения

2 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА КОРРОЗИОННОЙ СРЕДЫ НА СКОРОСТЬ КОРРОЗИИ

Цель работы: Изучение влияния различных добавок к коррозионной среде на скорость коррозии.

Оборудование. Материалы

1. Весы технические ВЛКТ – 500.
2. Кислота соляная по ГОСТ 3118 – 77 с концентрацией $C(\text{HCl}) = 2$ моль/дм³.
3. Образцы добавок:
 - карбонат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ по ГОСТ 3770 – 75;
 - уротропин $(\text{CH}_2)\text{N}_4$;
 - нитрит натрия NaNO_2 ТУ 6–09–590–75;
 - мочевины $\text{N}_2\text{H}_4\text{CO}$ по ГОСТ 6691 – 53;
 - тиомочевина $\text{N}_2\text{H}_4\text{CS}$ по ГОСТ 6344 – 73.
4. Исследуемые образцы металлов:
 - сталь 3;
 - алюминий.
5. Бюретки емкостью 100 см³.
6. Стаканы химические емкостью 500 см³.
7. Стаканы химические емкостью 200 см³.
8. Бумага наждачная (крупнозернистая).
9. Груша резиновая.
10. Слянки емкостью 50 см³.
11. Пробки с газоотводными трубками.
12. Цилиндр мерный 100 см³.
13. Линейка измерительная.

ХОД РАБОТЫ

1 Подготовка металлических образцов к работе

1.1 Получить два образца металла (алюминия или сталь 3) у преподавателя.

1.2 Тщательно зачистить поверхности каждого образца наждачной бумагой.

1.3 Измерить площадь образцов линейкой. Результаты измерений занести в таблицу 2.1.

2 Приготовление коррозионной среды

В данной лабораторной работе исследуются коррозионные среды следующего состава:

–Раствор соляной кислоты с концентрацией $C(\text{HCl}) = 2$ моль/дм³.

–Раствор карбоната аммония $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ в соляной кислоте с массовой долей $\omega((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 10\%$.

–Раствор нитрита натрия NaNO_2 в соляной кислоте с массовой долей $\omega(\text{NaNO}_2) = 10\%$.

–Раствор уротропина $(\text{CH}_2)_4\text{N}_4$ в соляной кислоте с массовой долей $\omega((\text{CH}_2)_4\text{N}_4) = 10\%$.

–Раствор мочевины $\text{N}_2\text{H}_4\text{CO}$ в соляной кислоте с массовой долей $\omega(\text{N}_2\text{H}_4\text{CO}) = 1,0\%$.

–Раствор тиомочевины в соляной кислоте с массовой долей $\omega(\text{N}_2\text{H}_4\text{CO}) = 1,0$.

2.1. Приготовление раствора карбоната аммония в соляной кислоте

2.1.1 На технических весах взвесить 0,5 г карбоната аммония $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.

2.1.2 Мерным цилиндром отмерить 100 см³ соляной кислоты концентрацией $C(\text{HCl}) = 2$ моль/дм³. Перенести кислоту в химический стакан емкостью 200 см³ и растворить в ней навеску карбоната аммония. Полученный раствор должен иметь массовую долю $\omega((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 5\%$.

2.2 Приготовление раствора нитрита натрия в соляной кислоте

2.2.1 На технических весах взвесить 0,1 г нитрита натрия NaNO_2 .

2.2.2 Мерным цилиндром отмерить 100 см³ соляной кислоты концентрацией $C(\text{HCl}) = 2$ моль/дм³. Перенести кислоту в химический стакан емкостью 200 см³ и растворить в ней навеску нитрита натрия. Полученный раствор должен иметь массовую долю $\omega(\text{NaNO}_2) = 5\%$.

2.3 Приготовление раствора уротропина в соляной кислоте

2.3.1 На технических весах взвесить 0,1 г уротропина.

2.3.2 Мерным цилиндром отмерить 100 см^3 соляной кислоты концентрацией $C(\text{HCl}) = 2 \text{ моль/дм}^3$. Перенести кислоту в химический стакан емкостью 200 см^3 и растворить в ней навеску уротропина. Полученный раствор должен иметь массовую долю $\omega((\text{CH}_2)\text{N}_4) = 5\%$.

2.4 Приготовление раствора мочевины в соляной кислоте

2.4.1 На технических весах взвесить $0,2 \text{ г}$ мочевины.

2.4.2 Мерным цилиндром отмерить 100 см^3 соляной кислоты концентрацией $C(\text{HCl}) = 2 \text{ моль/дм}^3$. Перенести кислоту в химический стакан емкостью 200 см^3 и растворить в ней навеску мочевины. Полученный раствор должен иметь массовую долю $\omega(\text{N}_2\text{H}_4\text{CO}) = 1,0\%$.

2.5 Приготовление раствора тиомочевины в соляной кислоте

2.5.1 На технических весах взвесить $0,2 \text{ г}$ тиомочевины.

2.5.2 Мерным цилиндром отмерить 100 см^3 соляной кислоты концентрацией $C(\text{HCl}) = 2 \text{ моль/дм}^3$. Перенести кислоту в химический стакан емкостью 200 см^3 и растворить в ней навеску тиомочевины. Полученный раствор должен иметь массовую долю $\omega(\text{N}_2\text{H}_4\text{CO}) = 1,0\%$.

3 Подготовка коррозиметра к работе

3.1 Закрепить бюретку в лапке штатива краном вверх.

3.2 В химический стакан емкостью 500 см^3 залить воду до уровня $2/3$ высоты стакана.

3.3 Поместить стеклянную трубку (6) с резиновой трубкой (5) и пробкой (4) в химический стакан (рисунок 2.1).

3.4 На изогнутый конец стеклянной трубки (6) надеть бюретку 9 и закрепить ее в лапке штатива (10).

3.5 Повернуть кран (11) в положение (13) «открыто» (рисунок 2.1).

3.6 Надеть резиновую грушу на стеклянный конец бюретки (14). С помощью груши поднять уровень воды в бюретке примерно до деления 35 см^3 .

3.7 Повернуть кран бюретки в положение 12 «закрыто» (рисунок 2.1).

3.8 Медленным поворотом крана (11) установить уровень воды по нижнему мениску на деление $V^{\text{нач}}(\text{H}_2\text{O}) - 30 \text{ см}^3$. Закрыть кран поворотом в положение 12 «закрыто» (рисунок 2.1).

3.9 Исследования проводят на двух одинаковых металлических образцах в двух коррозионных средах:

- а) раствор соляной кислоты с концентрацией $C(\text{HCl}) = 2$ моль/дм³;
- б) раствор соляной кислоты с концентрацией $C(\text{HCl}) = 2$ моль/дм³ с добавлением ингибитора или активатора.

3.10 Поместить исследуемый образец (1) в склянку (2) (рисунок 2.1).

3.11 В склянку (2) с исследуемым образцом залить коррозионную среду до уровня $2/3$ от высоты склянки.

3.12 Плотнo закрыть склянку пробкой с газоотводной трубкой (рисунок 2.1). Проверить соединение склянки с исследуемым образцом с эвдиометром.

4 Измерение скорости коррозии

4.1 Измерить температуру окружающей среды. Результат занести в таблицу 2.1.

4.2 Зафиксировать время начала процесса коррозии и начальный уровень воды в бюретке $V^{\text{нач}}(\text{H}_2\text{O}) = 30$ см³. Результат занести в таблицу 2.1.

4.3 Фиксировать изменение объема воды $V_i(\text{H}_2\text{O})$ в бюретке через каждые 10 минут, в течение 60 минут. Результаты измерений занести в таблицу 2.1.

4.4 По окончании эксперимента соединить объем бюретки с атмосферой поворотом крана (9) в положение (13) (рисунок 2.1). При этом вода из бюретки перетекает в химический стакан.

4.5 Бюретку освободить из лапки штатива, промыть. Чистую бюретку закрепить в лапке штатива.

4.6 Отсоединить пробку с газоотводной трубкой от склянки.

4.7 Коррозионную среду из склянки слить в слив для неорганических веществ.

4.8 Пустую склянку с образцом промыть водой.

4.9 Извлечь трубку (6) из химического стакана.

4.10 Промыть химический стакан водой.

5 Обработка экспериментальных данных

5.1 Привести объем выделившегося при коррозии водорода $V_0(\text{H}_2)$ к стандартным условиям по формуле:

$$V_0(\text{H}_2) = \frac{P \cdot V(\text{H}_2) \cdot T_0}{P_0 \cdot T}, \quad (2.1)$$

где $P = P_0 = 1,013 \cdot 10^5$ Па; $T_0 = 273$ К; T – температура окружающей среды по термометру, К; $V(H_2) = V^{\text{нач}}(HCl) - V^{\text{кон}}(HCl)$ – объем выделившегося водорода по бюретке, м³.

5.2 Рассчитать объемный показатель коррозии $K_{об}$ по формуле:

$$K_{об} = \frac{V_0(H_2)}{S \cdot \tau}, \quad (2.2)$$

где $K_{об}$ – объемный показатель коррозии, м³/(м²·ч); $V_0(H_2)$ – приведенный к стандартным условиям объем выделившегося водорода, м³; S – общая площадь поверхности образца, м²; τ – время коррозии, ч.

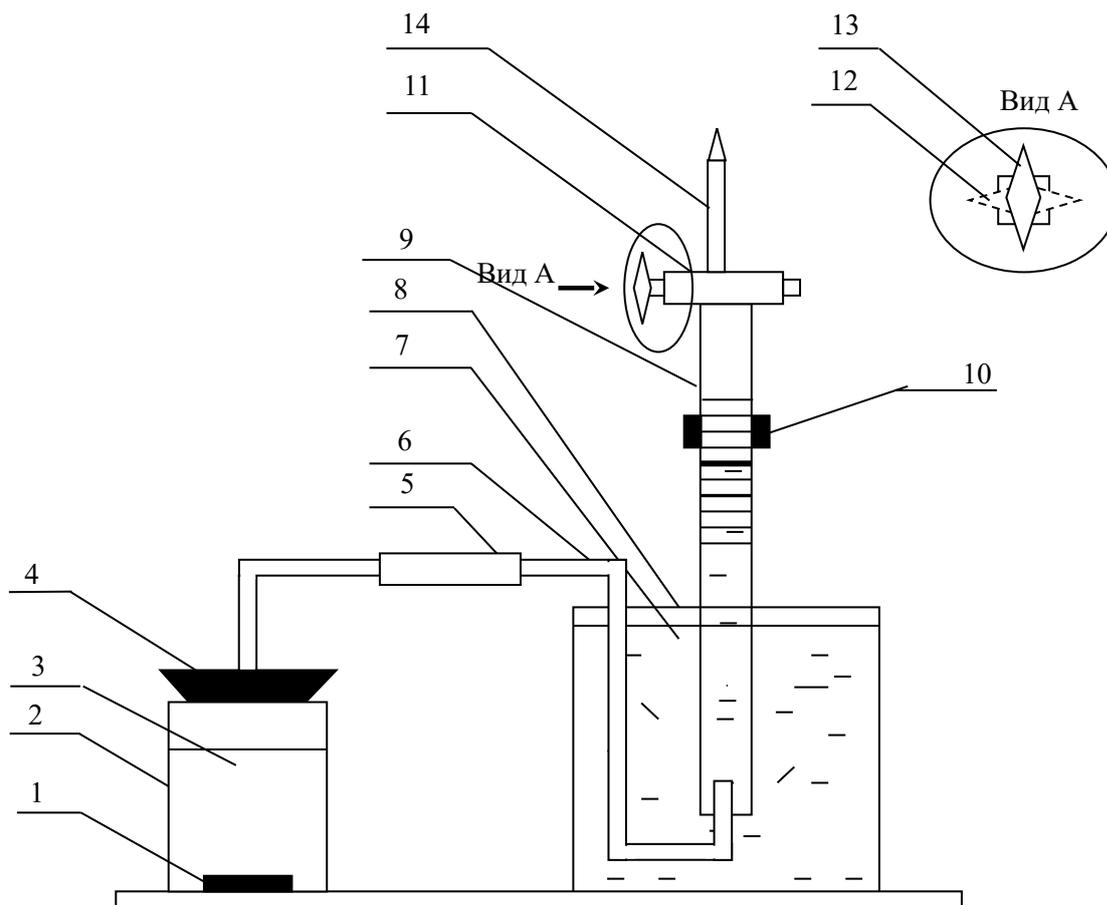
5.3 Построить кинетические кривые коррозии исследуемых образцов металлов в соляной кислоте в координатах: $V_0(H_2) = f(T)$.

6 Выводы

6.1 Сравнить скорость коррозии исследуемых образцов в различных коррозионных средах.

Таблица 2.1 – Экспериментальные данные

		Среда №1	Среда №2
Линейные размеры образца, м	Длина		
	Ширина		
	Высота		
Общая площадь поверхности S , м ²			
Температура окружающей среды T , К			
Уровень воды в бюретке			
$V^{\text{нач}}(H_2O)$			
$V_1(H_2O)$ через 10 минут			
$V_2(H_2O)$ через 20 минут			
$V_3(H_2O)$ через 30 минут			
$V_4(H_2O)$ через 40 минут			
$V_5(H_2O)$ через 50 минут			
$V_{\text{кон}}(H_2O)$ через 60 минут			



1 – образец; 2 – склянка емкостью 50 см³; 3 – коррозионная среда; 4 – пробка с газоотводной трубкой; 5 – резиновая трубка; 6 – стеклянная трубка; 7 – вода; 8 – стакан емкостью 500 см³; 9 – бюретка емкостью 100 см³; 10 – зажим, штатив; 11 – кран; 12 – положение крана «закрыто»; 13 – положение крана «открыто»; 14 – стеклянный конец бюретки

Рисунок 2.1 – Схема водородного коррозиметра

3 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ КОРРОЗИИ ОБЪЕМНЫМ МЕТОДОМ

Цель работы: Изучение влияния природы металла на скорость коррозии в кислой коррозионной среде.

Оборудование. Материалы

1. Весы аналитические ВЛК – 200;
2. Кислота соляная по ГОСТ 7518 – 75, $C(\text{HCl}) = 2$ моль/дм³;
3. Образцы металлов:
 - железо, Ст 3, Х18Н10Т, Р18, фехраль;
 - медь, латунь, бронза;
 - цинк;
 - алюминий.
4. Бюретки емкостью 100 см³;
5. Воронки стеклянные Ø 9 см;
6. Стаканы химические емкостью 500 см³;
7. Наждачная бумага (крупнозернистая);
8. Бюксы Ø 4,5 см;
9. Груша резиновая;
10. Линейка измерительная.

ХОД РАБОТЫ

1 Подготовка металлических образцов к работе

1.1 Получить два образца (чистого металла и его сплава по заданию преподавателя).

1.2 Тщательно зачистить поверхности каждого образца наждачной бумагой.

1.3 Измерить площадь поверхности каждого образца с помощью измерительной линейки. Результаты занести в таблицу 3.1.

1.4 Зачищенные образцы взвесить на аналитических весах. Массу образцов занести в таблицу 3.1.

2 Подготовка водородного коррозиментра к работе

2.1 Поместить каждый исследуемый образец в бюкс Ø 4,5 см.

2.2 Поместить бюкс с исследуемым образцом в химический стакан емкостью 500 см^3 .

2.3 Накрыть бюкс с образцом стеклянной воронкой $\varnothing 9 \text{ см}$.

2.4 Надеть конец перевернутой бюретки на оттянутый конец воронки (до упора). Закрепить бюретку в лапке штатива.

2.5 Соединить бюретку с атмосферой поворотом крана бюретки в положение 12 (рисунок 3.1).

2.6 Заполнить химический стакан раствором соляной кислоты $C(\text{HCl}) = 2 \text{ моль/дм}^3$, не доводя объем раствора соляной кислоты до верхнего края стакана примерно на 1 см .

ВНИМАНИЕ! При заполнении стакана соляной кислотой следить за медленным (без скачков) заполнением кислотой бюкса с исследуемым образцом!

2.7 Надеть резиновую грушу на стеклянный конец бюретки. С помощью груши поднять уровень кислоты в бюретке примерно до деления 30 см^3 .

2.8 Повернуть кран бюретки в положение 11 (рисунок 3.1).

2.9 Отсоединить грушу от бюретки.

2.10 Медленным поворотом крана 9 (рисунок 3.1) установить уровень кислоты по нижнему мениску на деление $V^{\text{нач}}(\text{HCl}) = 20 \text{ см}^3$. Закрыть кран поворотом в положение 11 (рисунок 3.1).

3 Измерение скорости коррозии

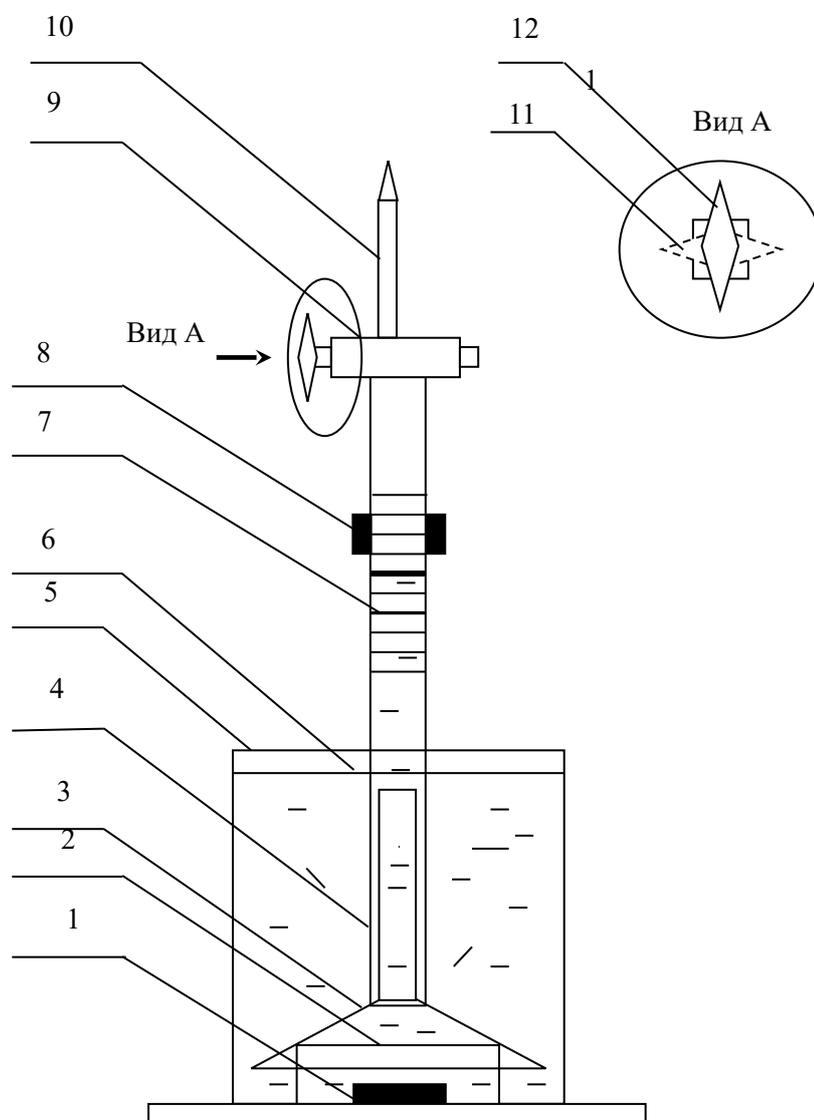
3.1 Измерить температуру окружающей среды. Результат занести в таблицу 3.1.

3.2 Зафиксировать время начала процесса коррозии и начальный уровень кислоты в бюретке $V^{\text{нач}}(\text{HCl}) = 20 \text{ см}^3$. Результат занести в таблицу 3.1.

3.3 Фиксировать изменение объема кислоты $V_i(\text{HCl})$ в бюретке через каждые 10 минут, в течение 60 минут. Результаты измерений занести в таблицу 3.1.

3.4 По окончании эксперимента соединить объем бюретки с атмосферой поворотом крана в положение 12 (рисунок 3.1). При этом кислота из бюретки перетекает в химический стакан.

3.5 Бюретку освободить из лапки штатива, промыть водопроводной, а затем дистиллированной водой. Чистую бюретку закрепить в лапке штатива.



1 – образец; 2 – бюкс; 3 - воронка; 4 – бюретка; 5 – стакан; 6 - раствор соляной кислоты; 7 - шкала; 8 – зажим; 9 – кран; 10 – носик бюретки; 11 – положение крана «закр^ыто»; 12 – положение крана «откр^ыто»

Рисунок 3.1 – Схема водородного коррозиметра

3.6 Вынуть воронку из стакана и поместить ее в склянку с соляной кислотой. Осторожно перелить кислоту из химического стакана в склянку с соляной кислотой, придерживая бюкс!

3.7 Достать исследуемый металлический образец из бюкса. Промыть его под струей водопроводной воды. Тщательно высушить с помощью фильтровальной бумаги. Взвесить массу сухого образца после коррозии на аналитических весах. Результат взвешивания занести в таблицу 3.1.

3.8 Тщательно промыть бюкс, воронку и химический стакан водопроводной, а затем дистиллированной водой.

4 Обработка результатов

4.1 По результатам взвешивания металлических образцов рассчитать весовой показатель коррозии $K_{\text{вес}}$ по формуле:

$$K_{\text{вес}} = \frac{m_0 - m_1}{S \cdot \tau}, \quad (3.1)$$

где $K_{\text{вес}}$ – весовой показатель коррозии, г/(м²·ч); m_0 – масса образца до коррозии, кг; m_1 – масса образца после коррозии, кг; S – общая площадь поверхности образца, м²; τ – время коррозии, ч;

4.2 Привести объем выделившегося при коррозии водорода $V_0(\text{H}_2)$ к стандартным условиям по формуле:

$$V_0(\text{H}_2) = \frac{P \cdot V(\text{H}_2) \cdot T_0}{P_s \cdot T}, \quad (3.2)$$

где $P = P_0 = 1,013 \cdot 10^5$ Па; $T_0 = 273\text{K}$; T – температура окружающей среды по термометру, К; $V(\text{H}_2) = V^{\text{нач}}(\text{HCl}) - V^{\text{кон}}(\text{HCl})$ – объем выделившегося водорода по бюретке, м³.

4.3 Рассчитать объемный показатель коррозии $K_{\text{об}}$ по формуле:

$$K_{\text{об}} = \frac{V_0(\text{H}_2)}{S \cdot \tau}, \quad (3.3)$$

где $K_{\text{об}}$ – объемный показатель коррозии, м³/(м²·ч); $V_0(\text{H}_2)$ – приведенный к стандартным условиям объем выделившегося водорода, м³; S – общая площадь поверхности образца, м²; τ – время коррозии, ч.

4.4 Построить кинетические кривые коррозии исследуемых образцов металлов в соляной кислоте в координатах: $V_0(\text{H}_2) = f(T)$.

5 Выводы

5.1 Сравнить коррозионную стойкость двух образцов в солянокислой среде по кинетическим кривым коррозии.

5.2 Оценить коррозионную устойчивость исследуемых металлов по десятибалльной шкале ГОСТ – 13819 – 68.

Таблица 3.1 – Экспериментальные данные

		Образец №1	Образец №2
Масса образца до коррозии m_0 , г			
Масса образца после коррозии m_1 , г			
Линейные размеры образца, м	Длина		
	Ширина		
Общая площадь поверхности S , м ²			
Температура окружающей среды T , К			
Уровень кислоты в бюретке			
$V_{\text{нач}}(\text{HCl})$			
$V_1(\text{HCl})$ через 10 минут			
$V_2(\text{HCl})$ через 20 минут			
$V_3(\text{HCl})$ через 30 минут			
$V_4(\text{HCl})$ через 40 минут			
$V_5(\text{HCl})$ через 50 минут			
$V_{\text{кон}}(\text{HCl})$ через 60 минут			

4 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

АТМОСФЕРНАЯ КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ

Цель работы: Изучить процесс атмосферной коррозии металлов в газовых средах различного состава

Оборудование. Материалы

1. Атмосферный коррозиметр.
2. Весы аналитические.
3. Весы технические.
4. Образцы металлов:
 - сталь 3 – 2 шт;
 - алюминий – 2 шт;
 - сталь нержавеющая X18H10T – 2 шт.
5. Натрия нитрит NaNO_2 по ТУ – 6 – 09 – 590 – 75.
6. Уротропин.
7. Вода дистиллированная.
8. Бумага наждачная крупнозернистая.
9. Линейка измерительная.

ХОД РАБОТЫ

1 Подготовка металлических образцов

1.1 Получить 6 образцов трех различных металлов у преподавателя.

1.2 Тщательно зачистить образцы наждачной бумагой до металлического блеска.

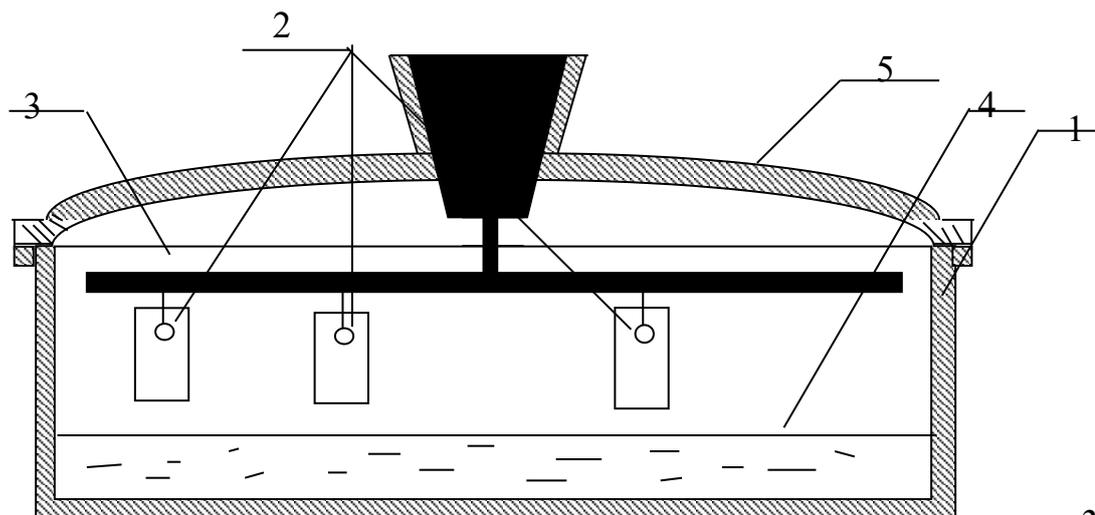
1.3 Взвесить образцы на аналитических весах Результаты измерений m_0 занести в таблицу.

1.4 Измерить линейные размеры образцов. Результаты измерений занести в таблицу.

1.5 Закрепить металлические образцы с помощью нитки.

2 Подготовка атмосферного коррозиметра к работе

2.1 Тщательно промыть емкость для растворов 1 (рисунок 4.1).



1 – емкость коррозиметра; 2 – металлические образцы; 3 – эбонитовая планка; 4 – коррозионная среда; 5 – крышка коррозиметра

Рисунок 4.1 – Схема атмосферного коррозиметра

2.2 Закрепить три металлических образца 2 к каждой планке 3 из двух эбонитовых планок (рисунок 4.1).

2.3 В первый коррозиметр залить 500 см³ дистиллированной воды.

2.4 На технических весах в сухом стеклянном стакане емкостью 50 см³ взвесить навеску нитрита натрия или уротропина (по заданию преподавателя) массой $m_{\text{нитг}} = 5,0$ г.

2.5 Растворить навеску нитрита натрия (или уротропина) в 500 см³ дистиллированной воды и залить полученный раствор во второй коррозиметр.

2.6 Накрыть емкости двух подготовленных коррозиметров стеклянными крышками 5 с размещенными под ними металлическими образцами таким образом, чтобы образцы не погружались в растворы (отрегулировать длину нити).

2.7 Оставить первый и второй коррозиметры с размещенными в них исследуемыми металлическими образцами на одну неделю.

2.8 Осуществлять визуальный контроль за подвешенными в первом и втором коррозиметрах, заносая наблюдения в таблицу 4.1:

- а) появление первой точки коррозии;
- б) изменение количества точек коррозии во времени на каждом образце с интервалом:

– 1 час в течение первых суток;

– сутки в течение недели.

в) характер образующихся продуктов коррозии.

2.9 Через неделю освободить исследуемые образцы из коррозиметра.

2.10 Зафиксировать внешний вид образцов после атмосферной коррозии в течение недели. Результаты занести в таблицу 4.1.

2.11 Образцы после коррозиметра высушить на воздухе, располагая их на сухой фильтровальной бумаге.

2.12 Взвесить высушенные металлические образцы после коррозии на аналитических весах. Результаты измерений занести в таблицу 4.1.

3 Обработка экспериментальных результатов

3.1 По результатам взвешивания металлических образцов рассчитать весовой показатель коррозии $K_{\text{вес}}$ по формуле:

$$K_{\text{вес}} = \frac{m_0 - m_1}{S \cdot \tau}, \quad (4.1)$$

где $K_{\text{вес}}$ – весовой показатель коррозии, г/(м²·ч) ; m_0 – масса образца до коррозии, кг; m_1 – масса образца после коррозии, кг; S – общая площадь поверхности образца, м²; τ – время коррозии, ч.

4 Выводы

4.1 Записать уравнения электрохимической атмосферной коррозии исследуемых металлических образцов.

4.2 Сделать выводы о проделанной работе:

- а) по влиянию природы металлических образцов на процесс атмосферной коррозии;
- б) по влиянию состава паровой среды на процесс коррозии исследуемых металлов.

5 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ

- Цель работы:**
1. Изучить влияние защитных покрытий при электрохимической коррозии стали.
 2. Освоить способы оксидирования стали.

Оборудование. Материалы

1. Весы аналитические ВЛК – 200.
2. Стаканы химические емкостью 50 см³ – 8 шт; емкостью – 100 см³.
3. Образцы:
 - сталь 3;
 - железо луженое;
 - железо латунированное;
 - железо оцинкованное;
 - железо хромированное.
4. Раствор гексацианоферрата (III) калия $K_3[Fe(CN)_6]$.
5. Раствор серной кислоты с концентрацией $C(H_2SO_4)=1$ моль/дм³.
6. Раствор для оксидирования (60 г $NaNO_2$, + 600 г $NaOH$ в 1 дм³ воды).
7. Палочки стеклянные.
8. Шило.
9. Нитрит натрия $NaNO_2$.
10. Гидроксид натрия $NaOH$.
11. Секундомер.
12. Плитка электрическая.
13. Бумага наждачная крупнозернистая.
14. Горелка газовая.
15. Вода дистиллированная.

ХОД РАБОТЫ

1 Изучение характера покрытий при электрохимической коррозии

1.1 Коррозия луженого железа

1.1.1 В два химических стакана емкостью 50 см³ налить раствор серной кислоты с концентрацией $C(H_2SO_4) = 1$ моль/дм³ до уровня 3/4 высоты стакана.

1.1.2 Добавить в каждый стакан 2-3 капли раствор гексацианоферрата (III) калия $K_3[Fe(CN)_6]$ и перемешать стеклянной палочкой.

1.1.3 На одном образце луженого железа сделать 2-3 глубокие царапины шилом.

1.1.4 Поместить образец с царапинами и контрольный образец в разные стаканы с серной кислотой.

1.1.5 Оставить стаканы с образцами на 10 минут.

1.1.6 Через 10 минут зафиксировать изменение окраски раствора кислоты в стаканах. Результаты изменений занести в таблицу 5.1.

1.1.7 Составить схему гальванического элемента и уравнение катодного и анодного процессов коррозии луженого железа в кислой среде.

Таблица 5.1 – Экспериментальные данные

Образец	Наличие окраски раствора кислоты		Схема гальванического элемента; уравнения анодного и катодного процессов
	образец с царапиной	контрольный образец	
Fe луженое			
Fe латунированное			
Fe оцинкованное			
Fe хромированное			
Fe оксидированное			
Fe термооксидированное			

1.2 Коррозия латунированного железа

Изучение проводится на двух стальных образцах с латунным покрытием.

1.2.1 На одном образце латунированного железа сделать 2-3 глубокие царапины шилом.

1.2.2 Повторить п.п. 1.1.1 – 1.1.6 на подготовленных по п. 1.2.1 латунированных образцах.

1.2.3 Результаты изменений занести в таблицу 5.1.

1.2.4 Составить схему гальванического элемента и уравнение катодного и анодного процессов коррозии латунированного железа в кислой среде.

1.3 Коррозия оцинкованного железа

Изучение проводится на двух стальных образцах с цинковым покрытием.

1.3.1 На одном образце оцинкованного железа сделать 2-3 глубокие царапины шилом.

1.3.2 Повторить п.п. 1.1.1 – 1.1.6 на подготовленных по п. 1.2.1 оцинкованных образцах.

1.3.3 Результаты изменений занести в таблицу 5.1.

1.3.4 Составить схему гальванического элемента и уравнение катодного и анодного процессов коррозии оцинкованного железа в кислой среде.

1.4 Коррозия хромированного железа

Изучение проводится на двух хромированных стальных образцах.

1.4.1 На одном образце хромированного железа сделать 2-3 глубокие царапины шилом.

1.4.2 Повторить п.п. 1.1.1 – 1.1.6 на подготовленных по п. 1.2.1 хромированных образцах.

1.4.3 Результаты изменений занести в таблицу.

1.4.4 Составить схему гальванического элемента и уравнение катодного и анодного процессов коррозии хромированного железа в кислой среде.

2 Способы оксидирования железа

2.1 Оксидирование железа в щелочном растворе

2.1.1 Зачистить стальной образец с отверстием наждачной бумагой, опустить его в раствор серной кислоты с концентрацией

$C(H_2SO_4) = 1$ моль/дм³ на три минуты, затем вынуть и тщательно промыть дистиллированной водой.

2.1.2 В стакан емкостью 100 см³ налить 75 см³ раствора для оксидирования и нагреть его на электроплитке до кипения.

2.1.3 Стальной образец с помощью стеклянного крючка поместить в нагретый раствор для оксидирования.

2.1.4 Фиксировать изменение окраски стального образца после выдержки в оксидирующей смеси через 3,5,10,15 минут (по секундомеру).

2.1.5 Результаты изменений занести в таблицу 5.1.

2.1.6 Написать уравнения всех химических реакций, протекающих при оксидировании железа.

2.2 Термическое оксидирование железа

2.2.1 Стальную пластину размером 100×20 мм одним концом закрепить в лапке штатива в горизонтальном положении.

2.2.2 Под другим концом пластинки разместить газовую горелку и нагревать стальной образец до образования цветов побежалости, обусловленных образование тончайших слоев оксида железа.

2.2.3 Охладить стальную пластину и нанести на равных расстояниях (10 мм) окисленной поверхности по одной капле раствора $CuSO_4$.

2.2.4 Наблюдать выделение металлической меди.

2.2.5 Составить схему гальванического элемента, в результате которого выделяется металлическая медь.

6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Коррозия.
2. Классификация процессов коррозии.
3. Химическая коррозия.
4. Химическая газовая коррозия.
5. Атмосферная коррозия.
6. Химическая коррозия в средах жидких неэлектролитов..
7. Электрохимическая коррозия.
8. Механизм электрохимической коррозии.
9. Электродный потенциал; методы его измерения; стандартный водородный электрод; уравнение Нернста.
10. Гальванический элемент; ЭДС гальванического элемента.
11. Катодный и анодный процессы при электрохимической коррозии металлов в кислой и нейтральной средах.
12. Термодинамика электрохимической коррозии.
13. Кинетика электрохимической коррозии.
14. Показатели электрохимической коррозии.
15. Влияние состава коррозионной среды на скорость электрохимической коррозии.
16. Ингибиторы коррозии.
17. Пассивное состояние металлов.
18. Защитные покрытия.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

ПАССИВАЦИЯ СТАЛИ В СРЕДЕ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ

Цель работы: Изучение пассивного состояния металлов и сплавов в среде азотной кислоты.

Оборудование. Материалы

1. Образцы листовой углеродистой стали – 2 шт.
2. Азотная кислота HNO_3 с концентрацией $\omega(\text{HNO}_3)=20,30,40,50,55\%$.
3. Стаканы химические емкостью 50 см^3 – 5 шт.
4. Крючки из изолированной проволоки – 2 шт.
5. Наждачная бумага крупнозернистая.

ХОД РАБОТЫ

7 Пассивация азотной кислотой

7.1 Два образца листовой углеродистой стали тщательно зачистить наждачной бумагой.

7.2 В пять химических стаканов налить цилиндром по 20 см^3 раствора азотной кислоты: различной концентрации $\omega(\text{HNO}_3)=20,30,40,50,55\%$.

7.3 Первый стальной образец, закрепленный на изолированной проволоке, поочередно погружать в стаканы с кислотой в следующей последовательности: 20,30,40,50,55% с выдержкой в каждом растворе кислоты по 10 секунд. Исследуемый образец стали оставить в растворе азотной кислоты с максимальной концентрацией $\omega(\text{HNO}_3)=55\%$.

7.4 При погружении образца в каждый раствор кислоты наблюдать за процессом растворения стали.

7.5 Зафиксировать концентрацию кислоты, при которой наступает пассивное состояние стали (прекратится выделение газа и окрашенных продуктов реакции на поверхности образца). Результаты наблюдений занести в таблицу 2.1.

7.6 Извлечь исследуемый образец стали из раствора азотной кислоты концентрацией $\omega(\text{HNO}_3)=55\%$ и поочередно погружать стальной образец в растворы азотной кислоты в следующей последовательности: 55,50,40,30,20%. Оставить стальной образец в растворе азотной кислоты с концентрацией $\omega(\text{HNO}_3)=20\%$.

7.7 Провести перепассивацию стального образца, не вынимая из 20% раствора азотной кислоты. Для этого привести пассивированный образец в соприкосновение на несколько секунд с зачищенным ранее (непассивированным) образцом стали, опуская зачищенный стальной образец на изолированной проволоке в раствор азотной кислоты с концентрацией $\omega(\text{HNO}_3)=20\%$.

7.8 Охарактеризовать поведение исследуемого стального образца после удаления из раствора азотной кислоты $\omega(\text{HNO}_3)=20\%$ непассивированного образца стали. Результаты наблюдений занести в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Условия пассивации и перепассивации образца в среде азотной кислоты

№	$\omega(\text{HNO}_3)$, %	Наблюдения
1	20	
2	30	
3	40	
4	50	
5	55	
6	50	
7	40	
8	30	
9	20	

Пассивация серной кислотой

7.9 Подвесить два одинаковых образца стали на две изолированные проволоки, оканчивающиеся маленькими петлями. Один из образцов опустить (под тягой) в химический стакан с концентрированной азотной кислотой $\omega(\text{HNO}_3)=55.5\%$ на 2–3 минуты.

7.10 Вынуть стальной образец из стакана с азотной кислотой и тщательно промыть водой.

7.11 Налить в 2 химических стакана по 20см³ раствора серной кислоты с концентрацией $C(\text{H}_2\text{SO}_4)=1$ моль/дм³ и опустить в них оба образца.

7.12 Наблюдать выделение газа в одном из стаканов.

7.13 Составить уравнение реакции между железом и концентрированной азотной кислотой.

7.14 Почему пассивированное железо не выделяет газообразных продуктов коррозии из раствора серной кислоты?

7.15 Привести поляризационные кривые для непассивирующихся и пассивирующихся металлов. Объяснить характер поляризационных кривых.

7.16 Сделать вывод по проделанной работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

ПАССИВАЦИЯ СТАЛИ В СРЕДЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Цель работы: Изучение пассивного состояния металлов и сплавов в среде серной кислоты.

Оборудование. Материалы

1. Образцы листовой углеродистой стали – 2 шт.
2. Серная кислота H_2SO_4 концентрацией $\omega(H_2SO_4)=20,40,60,80,96\%$.
3. Стаканы химические емкостью 50 см^3 – 5 шт.
4. Крючки из изолированной проволоки – 2 шт.
5. Наждачная бумага крупнозернистая.

ХОД РАБОТЫ

1 Пассивация серной кислотой

1.1 Два образца листовой углеродистой стали тщательно зачистить наждачной бумагой.

1.2 В пять химических стаканов налить цилиндром по 20 см^3 раствора серной кислоты: различной концентрации $\omega(H_2SO_4)=20,40,60,80,96\%$.

1.3 Первый стальной образец, закрепленный на изолированной проволоке поочередно, погружать в стаканы с кислотой в следующей последовательности: 20,40,60,80,96% с выдержкой в каждом растворе кислоты по 10 секунд. Исследуемый образец стали оставить в растворе серной кислоты с максимальной концентрацией $\omega(H_2SO_4)=96\%$.

1.4 При погружении образца в каждый раствор кислоты внимательно наблюдать за процессом коррозии стали.

1.5 Зафиксировать концентрацию кислоты, при которой наступает пассивное состояние стали (прекратится выделение газа и окрашенных продуктов реакции на поверхности образца). Результаты наблюдений занести в таблицу 3.1.

1.6 Извлечь исследуемый образец стали из раствора серной кислоты концентрацией $\omega(H_2SO_4)=96\%$ и поочередно погружать стальной образец в растворы серной кислоты в следующей последовательности: 80,60,40,20%. Оставить стальной образец в растворе серной кислоты с концентрацией $\omega(H_2SO_4)=20\%$.

1.7 Провести перепассивацию стального образца, не вынимая из 20% раствора серной кислоты. Для этого привести пассивированный образец в соприкосновение на несколько секунд с зачищенным ранее (непассивированным) образцом стали, опуская зачищенный стальной образец на изолированной проволоке в раствор серной кислоты с концентрацией $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4)=20\%$.

1.8 Охарактеризовать поведение исследуемого стального образца после удаления из раствора серной кислоты $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4)=20\%$ зачищенного непассивированного образца. Результаты наблюдений занести в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Условия пассивации и перепассивации стального образца в среде серной кислоты

№	$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4),\%$	Наблюдения
1	20	
2	40	
3	60	
4	80	
5	96	
6	80	
7	60	
8	40	
9	20	

Пассивация азотной кислотой

1.9 Подвесить два одинаковых образца стали на две железные проволоки, оканчивающиеся маленькими петлями. Один из образцов опустить (под тягой) в химический стакан с концентрированной серной кислотой $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4)=96\%$ на 2–3 минуты.

1.10 Вынуть стальной образец из стакана с серной кислотой и тщательно промыть водой.

1.11 Налить в 2 химических стакана по 20см³ раствора азотной кислоты с концентрацией $C(\text{HNO}_3)=1$ моль/дм³ и опустить в них оба образца.

1.12 Наблюдать выделение газа в одном из стаканов.

1.13 Составить уравнение реакции между железом и концентрированной серной кислотой.

1.14 Почему пассивированное железо не выделяет газообразных продуктов коррозии из раствора азотной кислоты?

1.15 Привести поляризационные кривые для непассивирующихся и пассивирующихся металлов. Объяснить характер поляризационных кривых.

1.16 Сделать вывод по проделанной работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДЫ МЕТАЛЛА НА ПРОЦЕСС ПАССИВАЦИИ

Цель работы: Изучение влияния природы металлов на процесс пассивации в кислых средах.

Оборудование. Материалы

1. Образцы металлов:

- листовой углеродистой стали – 2 шт;
- нержавеющей стали X18H10T – 2 шт;
- фехраль МХ15Ю5С – 2 шт;
- алюминия – 2 шт.;
- цинка – 2 шт.;
- меди – 2 шт.;
- латуни – 2 шт;
- бронзы – 2шт.;
- хрома – 2 шт.

2. Азотная кислота HNO_3 с концентрацией $\omega(\text{HNO}_3)=20,30,40,50,55\%$;

3. Серная кислота с концентрацией $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4)=20,40,60,80,96\%$;

4. Стаканы химические емкостью 50 см^3 – 10 шт;

5. Крючки стеклянные – 4 шт;

6. Наждачная бумага крупнозернистая.

ХОД РАБОТЫ

1 Пассивация образцов различных металлов в коррозионной среде – HNO_3

1.1 Получить у преподавателя образцы трех металлов различной природы (по 2шт.), тщательно зачистить наждачной бумагой.

1.2 В пять химических стаканов налить цилиндром по 20 см^3 раствора азотной кислоты различной концентрации $\omega(\text{HNO}_3)=20,30,40,50,55\%$.

1.3 Образец первого металла, закрепленный на крючке изолированной проволоки, поочередно погружать в стаканы с кислотой в следующей последовательности: 20,30,40,50,55% с выдержкой в каждом растворе кислоты по 10 секунд. При погружении образца в каждый раствор кислоты наблюдать за процессом коррозии металлического образца.

1.4 Зафиксировать концентрацию кислоты, при которой наступает пассивное состояние металла (прекратится выделение газа и окрашенных продуктов реакции на поверхности образца). Результаты наблюдений занести в таблицу 4.1.

1.5 Исследуемый образец металла оставить в растворе азотной кислоты с максимальной концентрацией $\omega(\text{HNO}_3)=55\%$ на 2 минуты.

1.6 Извлечь исследуемый образец металла из раствора азотной кислоты концентрацией $\omega(\text{HNO}_3)=55\%$ и поочередно погружать его в растворы азотной кислоты в следующей последовательности: 55,50,40,30,20%.

1.7 Оставить металлический образец в растворе азотной кислоты с концентрацией $\omega(\text{HNO}_3)=20\%$ и убедиться в его полной пассивации по отсутствию выделения газа и окрашенных продуктов реакции на поверхности образца.

1.8 Провести перепассивацию металлического образца, не вынимая его из 20% раствора азотной кислоты. Для этого привести пассивированный образец в соприкосновение на несколько секунд с зачищенным ранее (непассивированным) образцом этого же металла, опуская зачищенный образец на крючке в этот же стакан с раствором азотной кислоты с концентрацией $\omega(\text{HNO}_3)=20\%$.

1.9 Охарактеризовать поведение исследуемых металлических образцов при их контакте. Результаты наблюдений занести в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Условия пассивации и перепассивации металлов в среде азотной кислоты

№	$\omega(\text{HNO}_3)$, %	Наблюдения		
		металл 1	металл 2	металл 3
1	20			
2	30			
3	40			
4	50			
5	55			
6	50			
7	40			
8	30			
9	20			

2 Пассивация образцов различных металлов в коррозионной среде – H_2SO_4

2.1 Тщательно зачистить образцы различных металлов наждачной бумагой.

2.2 В пять химических стаканов налить цилиндром по 20 см^3 раствора серной кислоты различной концентрации $\omega(H_2SO_4)=20,40,60,80,96\%$.

2.3 Образец первого металла, закрепленный на крючке изолированной проволоки, поочередно погружать в стаканы с кислотой в следующей последовательности: 20,40,60,80,96% с выдержкой в каждом растворе кислоты по 10 секунд. При погружении образца в каждый раствор кислоты наблюдать за процессом коррозии металлического образца.

2.4 Зафиксировать концентрацию кислоты, при которой наступает пассивное состояние металла (прекратится выделение газа и окрашенных продуктов реакции на поверхности образца). Результаты наблюдений занести в таблицу 4.2.

2.5 Исследуемый образец металла оставить в растворе серной кислоты с максимальной концентрацией $\omega(H_2SO_4)=96\%$ на 2 минуты.

2.6 Извлекь исследуемый образец металла из раствора серной кислоты концентрацией $\omega(H_2SO_4)=96\%$ и поочередно погружать его в растворы серной кислоты в следующей последовательности: 96,80,60,40,20%.

2.7 Оставить металлический образец в растворе серной кислоты с концентрацией $\omega(H_2SO_4)=20\%$ и убедиться в его полной пассивации по отсутствию выделения газа и окрашенных продуктов реакции на поверхности образца.

2.8 Провести перепассивацию металлического образца, не вынимая его из 20% раствора серной кислоты. Для этого привести пассивированный образец в соприкосновение на несколько секунд с зачищенным ранее (непассивированным) образцом этого же металла, опуская зачищенный образец на крючке в этот же стакан с раствором серной кислоты с концентрацией $\omega(H_2SO_4)=20\%$.

2.9 Охарактеризовать поведение исследуемых металлических образцов при их контакте. Результаты наблюдений занести в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Условия пассивации и перепассивации металлов в среде серной кислоты

№	$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4)$, %	Наблюдения		
		металл 1	металл 2	металл 3
1	20			
2	40			
3	60			
4	80			
5	96			
6	80			
7	60			
8	40			
9	20			

2.10 Провести сравнительный анализ коррозии металлов различной активности: а) между собой в одной коррозионной среде; б) в растворах азотной и серной кислот.

2.11 Сделать вывод по проделанной работе.

1 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

19. Коррозия металлов – определение, ее разрушительная роль в народном хозяйстве.
20. Условия протекания электрохимической коррозии.
21. Анодный и катодный процессы при электрохимической коррозии.
22. Электрохимическая коррозия с водородной и кислородной деполяризацией.
23. Основные кинетические уравнения электрохимической коррозии.
24. Скорость электрохимической коррозии, количественная оценка.
25. Перенапряжение при электрохимической коррозии.
26. Поляризационные кривые.
27. Поляризационная кривая активного металла.
28. Поляризационная кривая пассивирующегося металла.
29. Пассивное состояние металла.
30. Основные количественные характеристики поляризационной кривой пассивирующегося металла: потенциал начала пассивации; потенциал пассивации; потенциал полной пассивации; потенциал перепассивации.
31. Основные положения адсорбционно-пленочной теории пассивного состояния металлов.
32. Практическое применение явления пассивации.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению самостоятельной работы

по дисциплине «Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии»

15.03.02 Технологические машины и оборудование

направленность (профиль) Цифровые технологии проектирования и управления
технологическим оборудованием

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины.....	5
2 План-график выполнения самостоятельной работы.....	7
3 Контрольные точки и виды отчетности по ним.....	8
4 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	8
5 Тематический план дисциплины.....	10
6 Вопросы для собеседования.....	12
7 Методические рекомендации по изучению теоретического материала.....	12
8 Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов	15
9 Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции.....	15
10 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.....	15

Введение

Настоящее пособие разработано на основе:

- ~ Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- ~ Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (далее ФГОС ВО);
- ~ нормативно-методических документов Минобрнауки России;
- ~ Устава ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»;
- ~ Приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 N 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» (Зарегистрировано в Минюсте России 13.08.2021 N 64644);
- ~ локальных нормативных актов ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет».

На современном рынке труда конкурентоспособным может стать только квалифицированный работник соответствующего уровня и профиля, компетентный, свободно владеющей своей профессией и ориентированный в смежных областях деятельности, способный к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов и готовый к постоянному профессиональному росту.

Самостоятельная работа студента направлена на достижение целей подготовки специалистов-профессионалов, активное включение обучаемых в сознательное освоение содержания образования, обеспечение мотивации, творческое овладение основными способами будущей профессиональной деятельности. Чтобы подготовить и обучить такого профессионала, высшим учебным заведениям необходимо скорректировать свой подход к планированию и организации учебно-воспитательной работы. Это в равной степени относится к изменению содержания и характера учебного процесса. В современных реалиях задача преподавателя высшей школы заключается в организации и направлении познавательной деятельности студентов, эффективность которой во многом зависит от их самостоятельной работы. В свою очередь, самостоятельная работа студентов должна представлять собой не просто самоцель, а средство достижения прочных и глубоких знаний, инструмент формирования активности и самостоятельности студентов.

В связи с введением в образовательный процесс новых образовательных стандартов, с уменьшением количества аудиторных занятий по дисциплинам возрастает роль самостоятельной работы студентов. Возникает необходимость оптимизации самостоятельной работы студентов (далее - СРС). Появляется необходимость модернизации технологий обучения, что существенно меняет подходы к учебно-методическому и организационно-техническому обеспечению учебного процесса.

Данная методическая разработка содержит рекомендации по организации, управлению и обеспечению эффективности самостоятельной работы студентов в процессе обучения в целях формирования необходимых компетенций.

Самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом учебного процесса для каждого студента и определяется учебным планом. Виды самостоятельной работы студентов определяются при разработке рабочих программ и учебных методических комплексов дисциплин содержанием учебной дисциплины. При определении содержания самостоятельной работы студентов следует учитывать их уровень самостоятельности и требования к уровню самостоятельности выпускников для того, чтобы за период обучения искомый уровень был достигнут. Так, удельный вес самостоятельной работы при обучении в очной форме составляет до 50% от количества аудиторных часов, отведённых на изучение дисциплины, в заочной форме - количество часов, отведенных на освоение дисциплины, увеличивается до 90%.

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем.

Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

На основании компетентностного подхода к реализации профессиональных образовательных программ, видами заданий для самостоятельной работы являются:

- *для овладения знаниями*: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и информационно- телекоммуникационной сети Интернет и др.

- *для закрепления и систематизации знаний*: работа с конспектом лекции, обработка текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей), повторная работа над учебным материалом, составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др.), завершение аудиторных практических работ и оформление отчётов по ним, подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре (конференции), материалов-презентаций, подготовка реферата, составление библиографии, тематических кроссвордов, тестирование и др.

- *для формирования умений*: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, выполнение расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, подготовка к деловым играм, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Самостоятельная работа проводится в виде упражнений при изучении нового материала, упражнений в процессе закрепления и повторения, упражнений проверочных и контрольных работ, а также для самоконтроля.

Для организации самостоятельной работы необходимы следующие условия:

1. готовность студентов к самостоятельному труду;
2. наличие и доступность необходимого учебно-методического и справочного материала;
3. консультационная помощь.

Самостоятельная работа может проходить в лекционном кабинете, компьютерном зале, библиотеке, дома. Самостоятельная работа способствует формированию компетенций, тренирует волю, воспитывает работоспособность, внимание, дисциплину и ответственность.

1 Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины

Дисциплина «Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии» относится к дисциплине обязательной части. Она направлена на формирование общепрофессиональных компетенций обучающихся в процессе выполнения работ, определенных ФГОС ВО.

Наименование компетенций:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД-1 УК-1 выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее анализ и диагностику на основе системного подхода	<p>Пороговый уровень понимает: методы выбора основных и вспомогательных материалов, способов реализации технологических процессов</p> <p>Повышенный уровень изучает: основные характеристики веществ и материалов</p>
	ИД-2 УК-1 осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации	<p>Пороговый уровень выбирает: основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов</p> <p>Повышенный уровень применяет: основные методы применения химических веществ и материалов; и готовых изделий</p>
	ИД-3 УК-1 определяет и оценивает риски возможных вариантов решений проблемной ситуации, выбирает оптимальный вариант её решения	<p>Пороговый уровень овладел: способами реализации технологических процессов, применения прогрессивных методов эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин</p> <p>Повышенный уровень овладел: методами применения химических веществ и материалов</p>
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа	ИД-1 ОПК-1 знаком с основами естественнонаучных и общепрофессиональных знаний, методов математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	<p>Пороговый уровень понимает: методы выбора прогрессивных методов эксплуатации технологического оборудования при</p>

и моделирования профессиональной деятельности	в	изготовлении технологических машин Повышенный уровень понимает: методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
	ИД-2 ОПК-1 анализирует естественнонаучные и общеинженерные знания, методы	Пороговый уровень применяет: прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин; Повышенный уровень Применяет: методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
	ИД-3 ОПК-1 применяет методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	Пороговый уровень овладел: способами реализации технологических процессов, применения прогрессивных методов эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин; Повышенный уровень овладел: навыками применения методов стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий

В рамках курса дисциплины «Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии» самостоятельная работа студентов находит активное применение и включает в себя различные виды деятельности:

~ подготовка к практическим занятиям, в том числе работа с методическими указаниями, средствами массовой информации;

~ подготовка к лабораторным, в том числе работа с методическими указаниями;

~ подготовка к лекциям, в том числе самостоятельное углубленное изучение теоретического курса по рекомендованной литературе;

~ подготовка к промежуточной аттестации.

Цель самостоятельной работы студента при подготовке к лекциям заключается в получении новых знаний, приобретенных при более глубоком изучении литературы по дисциплине.

Задачи:

- доработка и повторение конспектов лекции;
- осмысление содержания лекции, логической структуры, выводов.

Цель самостоятельной работы студента при подготовке к практическим занятиям заключается в углублении, расширении, детализировании знаний, полученных на лекциях в обобщенной форме.

Задачи:

- развить способность применять полученные знания на практике при решении конкретных задач;
- проверить знания студентов, полученные на лекциях и при самостоятельном изучении литературы.

Цель самостоятельной работы студента при подготовке к лабораторным занятиям заключается в активизации познавательной деятельности и приобретение, развитие умений работы с учебными пособиями, методическими материалами, информационными ресурсами разного рода при подготовке к защите отчета по лабораторной работе.

Задачи:

- экспериментальная проверка формул, расчётов по материалам основных разделов дисциплины;
- ознакомление с методикой и техникой проведения экспериментов, исследований;
- подготовка письменного отчета и устного, выступления по их защите.

Цель самостоятельной работы студента при подготовке к экзамену заключается в повторении и закреплении всего изученного материала.

Задачи:

- научиться анализировать и систематизировать все знания, накопленные при изучении программного материала: данные учебника, записи лекций, заметки, сделанные во время консультаций и практических занятий.

2 План-график выполнения самостоятельной работы

Таблица 1 – Виды самостоятельной работы для очной и очно-заочной форм обучения

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
Очная форма обучения					
6 семестр					
УК-1 ИД-1 УК-1 ИД-2 УК-1 ИД-3	Подготовка к лабораторной работе	Собеседование	6,84	0,36	7,20
ОПК-1 ИД-1 ОПК-1 ИД-2 ОПК-1 ИД-3		Собеседование			
	Самостоятельное изучение литературы		35,91	1,89	37,8
Итого за 6 семестр			42,75	2,25	45,00
Итого			42,75	2,25	45,00

Очно-заочная форма					
5 семестр					
УК-1 ИД-1 УК-1 ИД-2 УК-1 ИД-3	Подготовка к лабораторной работе	Конспект, собеседование	2,565	0,135	2,7
ОПК-1 ИД-1 ОПК-1 ИД-2 ОПК-1 ИД-3	Самостоятельное изучение литературы	Конспект, собеседование	57,1	3,02	60,3
Итого за 5 семестр			59,665	3,155	63

3 Контрольные точки и виды отчетности по ним

В рамках рейтинговой системы успеваемость студентов по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

4 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровни сформированности компетенци(ий), индикатора (ов)	Дескрипторы			
	Минимальный уровень не достигнут (Неудовлетворительно) 2 балла	Минимальный уровень (удовлетворительно) 3 балла	Средний уровень (хорошо) 4 балла	Высокий уровень (отлично) 5 баллов
<i>Компетенция: УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</i>				
Результаты обучения по дисциплине (модулю): Индикатор: ИД-1 выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее анализ и диагностику на основе системного подхода	не понимает методы выбора основных и вспомогательных материалов, способов реализации технологических процессов	не в достаточном объеме понимает методы выбора основных и вспомогательных материалов, способов реализации технологических процессов машин	понимает методы выбора основных и вспомогательных материалов, способов реализации технологических процессов	изучает основные характеристики веществ и материалов
ИД-2 осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для	не выбирает основные и вспомогательные материалы, способы реализации	не в достаточном объеме выбирает основные и вспомогательные материалы, способы	выбирает основные и вспомогательные материалы, способы реализации	применяет основные методы применения химических веществ и материалов; и

определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации	технологических процессов	реализации технологических процессов	технологических процессов	готовых изделий
ИД-3 определяет и оценивает возможные варианты решений в проблемной ситуации, выбирает оптимальный вариант решения	УК-1 и риски её	не овладел способами реализации технологических процессов, применения прогрессивных методов эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин	не в достаточном объеме овладел способами реализации технологических процессов, применения прогрессивных методов эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин	овладел методами применения химических веществ и материалов
<i>Компетенция: ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</i>				
Результаты обучения по дисциплине (модулю): Индикатор:	не понимает методы выбора прогрессивных методов эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин	не в достаточном объеме понимает методы выбора прогрессивных методов эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин	понимает методы выбора прогрессивных методов эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин	понимает методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ИД-1 знаком с основами естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1			
ИД-2 анализирует естественнонаучные и общетехнические знания, методы	ОПК-1	не применяет прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин	не в достаточном объеме применяет прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин	применяет методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых

				материалов и готовых изделий
ИД-3 применяет методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1 не овладел способами реализации технологических процессов, применения прогрессивных методов эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин	не в достаточном объеме овладел способами реализации технологических процессов, применения прогрессивных методов эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин	овладел способами реализации технологических процессов, применения прогрессивных методов эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин	овладел навыками применения методов стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий

Описание содержания дисциплины

№	Раздел (тема) дисциплины	Реализуемые компетенции, индикаторы	Контактная работа обучающихся с преподавателем, часов				Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Групповые консультации	
Очная форма обучения							
6 семестр							
1	Основные понятия и определения	УК-1 ИД-1 УК-1 ИД-2 УК-1 ИД-3 ОПК-1 ИД-1 ОПК-1 ИД-2 ОПК-1 ИД-3	1,5		3,0		7,5
2	Электрохимическая коррозия.	УК-1 ИД-1 УК-1 ИД-2 УК-1 ИД-3 ОПК-1 ИД-1 ОПК-1 ИД-2 ОПК-1 ИД-3	1,5		3,0		7,5
3	Термодинамика процесса электрохимической коррозии.	УК-1 ИД-1 УК-1 ИД-2 УК-1 ИД-3 ОПК-1 ИД-1 ОПК-1 ИД-2 ОПК-1 ИД-3	3		6,0		7,5
4	Анодное растворение	УК-1 ИД-1 УК-1 ИД-2	1,5		12,0		7,5

	и пассивность металлов.	УК-1 ИД-3 ОПК-1 ИД-1 ОПК-1 ИД-2 ОПК-1 ИД-3					
5	Коррозионная характеристика металлов и сплавов для химического машиностроения.	УК-1 ИД-1 УК-1 ИД-2 УК-1 ИД-3 ОПК-1 ИД-1 ОПК-1 ИД-2 ОПК-1 ИД-3	3				7,5
6	Влияние конструктивных факторов на развитие коррозионных разрушений машин и аппаратов.	УК-1 ИД-1 УК-1 ИД-2 УК-1 ИД-3 ОПК-1 ИД-1 ОПК-1 ИД-2 ОПК-1 ИД-3	1,5				7,5
	ИТОГО за 6 семестр		12		24		45
Очно-заочная форма обучения							
5 семестр							
1	Основные понятия и определения	УК-1 ИД-1 УК-1 ИД-2 УК-1 ИД-3 ОПК-1 ИД-1 ОПК-1 ИД-2 ОПК-1 ИД-3	1,5		3,0		
2	Электрохимическая коррозия.	УК-1 ИД-1 УК-1 ИД-2 УК-1 ИД-3 ОПК-1 ИД-1 ОПК-1 ИД-2 ОПК-1 ИД-3	1,5		3,0		
3	Термодинамика процесса электрохимической коррозии.	УК-1 ИД-1 УК-1 ИД-2 УК-1 ИД-3 ОПК-1 ИД-1 ОПК-1 ИД-2 ОПК-1 ИД-3	1,5		3,0		
4	Анодное растворение и пассивность металлов.	УК-1 ИД-1 УК-1 ИД-2 УК-1 ИД-3 ОПК-1 ИД-1 ОПК-1 ИД-2 ОПК-1 ИД-3			4,5		
5	Коррозионн	УК-1 ИД-1					

	ая характеристика металлов и сплавов для химического машиностроения.	УК-1 ИД-2 УК-1 ИД-3 ОПК-1 ИД-1 ОПК-1 ИД-2 ОПК-1 ИД-3					
6	Влияние конструктивных факторов на развитие коррозионных разрушений машин и аппаратов.	УК-1 ИД-1 УК-1 ИД-2 УК-1 ИД-3 ОПК-1 ИД-1 ОПК-1 ИД-2 ОПК-1 ИД-3					
	ИТОГО за 5 местр		4,5		13,5		

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина (модуль) построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершённый раздел.

Лекционный материал посвящён рассмотрению ключевых, базовых положений дисциплины (модуля) и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов.

Практические занятия проводятся с целью закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения при решении практических задач в соответствующей предметной области.

Лабораторные работы направлены на приобретение опыта практической работы в соответствующей предметной области.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к практическим занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

6. Вопросы для собеседования

1. Методика выбора основных и вспомогательных материалов, способов реализации технологических процессов, применения прогрессивных методов эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин
2. Применение методов стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
3. Коррозия металлов: определение, классификация.
4. Научно-технический, социальный и экономический аспект проблемы коррозии металлов.
5. Химическая коррозия, ее виды, условия протекания.
6. Механизм протекания газовой коррозии.
7. Факторы, влияющие на скорость химической коррозии.
8. Газовая производственная коррозия, условия ее реализации в газовой фазе.
9. Что называется жаростойкостью и жаропрочностью металла?
10. Сухая атмосферная коррозия, ее особенности.

- | | |
|----|--|
| 11 | <p>Химическая коррозия металлов в жидких средах-неэлектролитах
 Электрохимическая коррозия: определение, отличительные особенности.
 Анодный и катодный процессы при электрохимической коррозии.
 Электродный потенциал, причины его возникновения.
 Уравнение Нернста.
 Стандартный водородный электрод; его устройство и работа.</p> |
|----|--|
17. Измерение величины электродного потенциала.
 18. Гальванический элемент, его устройство и принцип работы.
 19. Электрохимический ряд напряжений.
 20. Скорость электрохимической коррозии: определение, единица измерения.
 21. Зависимость скорости коррозии от величины электродного потенциала.
 22. Кинетические уравнения процесса электрохимической коррозии.
 23. Поляризация электродов: сущность явления, количественная оценка.
 24. Перенапряжение, его влияние на скорость электрохимической коррозии.
 25. Поляризационные кривые, их анализ.
 26. Механизм анодного растворения металлов.
 27. Пассивное состояние металлов: определение, особенности.
 28. Пленочная и адсорбционная теории пассивации.
 29. Поляризационная кривая пассивирующегося металла, ее особенности.
 30. Практическое применение явления пассивации как метод защиты металлов от коррозии.
 31. Катодный процесс с водородной деполяризацией.
 32. Катодный процесс с кислородной деполяризацией
 33. Коррозионная характеристика металлов.
 34. Внутренние факторы коррозии металлов и сплавов.
 35. Коррозионная характеристика железа в различных коррозионных средах.
 36. Коррозионная характеристика сталей.
 37. Легирование как способ повышения коррозионной стойкости сталей в различных коррозионных средах.
 38. Коррозионная характеристика чугунов.
 39. Выбор конструкционного материала с учетом коррозионных свойств среды.
 40. Конструкционные факторы, влияющие на скорость коррозии.
 41. Влияние соединительной сварки на скорость коррозии.
 42. Влияние температурных перепадов на скорость коррозии.
 43. Влияние застойных зон в технологических агрегатах на скорость коррозии.
 44. Характеристика канавочной коррозии.
 45. Основные принципы, положенные в основу метода электрохимической защиты.
 46. Поясните сущность метода анодной защиты.
 47. Поясните сущность метода катодной защиты.
 48. Что представляет из себя протекторная защита? Какие металлы применяют в качестве протекторов?
 49. В каких условиях применяется кислородная защита? Сущность этого метода.
 50. Как можно снизить агрессивность коррозионной среды? Приведите примеры.
 51. Что называется ингибиторами? Каков механизм их действия?
 52. Какие неорганические ингибиторы вам известны? На чем основан их принцип действия?
 53. Приведите примеры органических ингибиторов и укажите области их применения.

7 Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Самостоятельная работа студента в ходе **лекционных занятий** включает изучение вопросов теории, вынесенных на самостоятельное изучение в соответствии с рабочей программой дисциплины, проработку лекционных материалов для подготовки к контролю знаний на

лекционных занятиях (опрос) и подготовку вопросов для обсуждения при консультации с преподавателем.

Работа с лекционным материалом не завершается по окончании лекции. На 2 часа лекции необходимо затратить около часа на работу с конспектом. За это время необходимо перечитать записи, пополнить их данными, которые удалось запомнить из речи преподавателя, но не удалось записать. Работая с конспектом, нужно отметить непонятные вопросы, для выяснения которых у преподавателя на консультации. Отдельно следует выделить связанные с темой лекции вопросы, которые преподаватель поручил проработать самостоятельно.

Активно проработанный в течение семестра конспект лекций в дальнейшем служит основой для подготовки к экзамену.

Вопросы для самостоятельного изучения представлены в п. 5.

Самостоятельная работа в ходе **практических** работ включает выполнение заданий к практическим занятиям, в частности решение задач различного уровня сложности. Задачи приведены в методических указаниях к практическим занятиям и фондах оценочных средств.

Зная тему практического занятия, необходимо готовиться к нему заблаговременно. Для эффективной подготовки к практическому занятию необходимо иметь методическое руководство к практическим работам.

Критерии оценивания практических занятий представлены в фонде оценочных средств.

При проверке практического задания, оцениваются: последовательность и рациональность изложения материала; полнота и достаточный объем ответа; научность в оперировании основными понятиями; использование и изучение дополнительных литературных источников.

Самостоятельная работа студентов в ходе выполнения **лабораторного практикума** включает несколько видов работы:

- подготовку к выполнению работы в составе группы;
- оформление отчета о лабораторной работе;
- подготовку к защите отчета о лабораторной работе.

При подготовке к выполнению лабораторной работы студенты должны изучить методические указания к лабораторной работе, обратив внимание на последовательность действий при её выполнении и технику безопасного её проведения. На этом этапе студенты должны четко представлять сущность изучаемых процессов, а также факторы, обеспечивающие получение достоверных данных и организовать работу в группе, распределив между собой обязанности при выполнении работы. Эта подготовка должна быть проведена до начала занятий в лаборатории. Выполнение опыта по мере чтения методички на самом занятии, как правило, провоцирует ошибки в последовательности выполнения эксперимента. Требования к оформлению отчетов о лабораторных работах приведены в методических указаниях к лабораторным работам по дисциплине.

Подготовка к защите отчета о лабораторной работе обеспечивает приобретение и развитие умений работы с учебными пособиями, методическими материалами, информационными ресурсами разного рода. Контрольные вопросы и рекомендуемая литература для подготовки приведены в методических указаниях к лабораторным работам по дисциплине. Критерии оценки при сдаче отчета о лабораторной работе включают:

- наличие отчета о лабораторной работе и соответствие его требованиям по содержанию и оформлению;
- владение основными теоретическими положениями по теме лабораторной работы в соответствии с контрольными вопросами;
- умение анализировать полученные результаты и делать практические выводы.

8 Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Аудиторная самостоятельная работа по учебной дисциплине осуществляется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя без его непосредственного участия.

Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать специфику изучаемой учебной дисциплины, индивидуальные особенности обучающегося.

Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуется как единство двух форм:

1. самоконтроль и самооценка обучающегося;
2. контроль и оценка со стороны преподавателя.

9 Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции

В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В ходе подготовки к семинарам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на семинар. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращаться за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании работ.

10 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Практическое занятие – один из самых эффективных видов учебных занятий, на которых студенты учатся творчески работать, аргументировать и отстаивать свою позицию, правильно и доходчиво излагать свои мысли перед аудиторией. Основное в подготовке и проведении практических занятий – это самостоятельная работа студента над изучением темы. Студент обязан точно знать план занятия либо конкретное задание к нему. На занятии обсуждаются узловые вопросы темы, однако там могут быть и такие, которые не были предметом рассмотрения на лекции. Могут быть и специальные задания к той или иной теме.

Готовиться к практической работе следует заранее. Необходимо внимательно ознакомиться с планом и другими материалами, уяснить вопросы, выносимые на обсуждение. Затем нужно подобрать литературу и другой необходимый, в т.ч. рекомендованный, материал (через библиотеку, учебно-методический кабинет кафедры и др.). Но прежде всего, следует обратиться к своим конспектам лекций и соответствующему

разделу учебника. Изучение всех источников должно идти под углом зрения поиска ответов на выносимые на практико-ориентированные занятия вопросы.

Завершающий этап подготовки к занятиям состоит в выполнении индивидуальных заданий.

В случае пропуска занятия студент обязан подготовить материал и отчитаться по нему перед преподавателем в обусловленное время. Может быть предложено отдельным бакалаврам, ввиду их слабой подготовки, более глубоко освоить материал и прийти на индивидуальное собеседование.

Студент не допускается к промежуточной аттестации, если у него есть задолженность по практическим работам.