

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Коррозия и защита металлов

Код модуля
1157994

Модуль
Технология электрохимических производств

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Никитин Вячеслав Сергеевич	кандидат химических наук, без ученого звания	Старший преподаватель	технологии электрохимических производств
2	Останина Татьяна Николаевна	доктор химических наук, профессор	Профессор	технологии электрохимических производств

Согласовано:

Управление образовательных программ

С.А. Иванченко

Авторы:

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Коррозия и защита металлов

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	4	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	2
		Домашняя работа	2

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Коррозия и защита металлов

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-4 -Способен осуществлять обоснованный выбор способа защиты от коррозии, предлагать организацию электрохимической защит	З-1 - Идентифицировать виды коррозионных процессов и механизм разрушения металлов и сплавов вследствие воздействия окружающей среды З-2 - Перечислить способы защиты от коррозии металлических подземных и надземных сооружений П-1 - Анализировать результаты коррозионного мониторинга и данные лабораторных исследований для оценки устойчивости металла или сплава в условиях эксплуатации П-2 - Иметь практический опыт проведения исследований коррозионных процессов с использованием современных	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Экзамен

	физико-химических и электрохимических методов П-3 - Имеет опыт проведения исследований защитных процессов У-1 - Обосновать выбор метода защиты металла или сплава от коррозии и рассчитать показатели эффективности защиты	
--	--	--

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа 1. Расчет контактных пар металлов</i>	7,6	25
<i>домашняя работа 2. Влияние примесей на коррозию цинка в серной кислоте</i>	7,9	25
<i>контрольная работа 1. Определение природы реакции депольаризации процесса при установившемся стационарном потенциале металла</i>	7,12	25
<i>онтрольная работа 2. Расчет показателей скорости коррозии</i>	7,15	25
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.5		

Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>ЛР1. Теоретический опрос</i>	7,9	8
<i>ЛР1. Установившийся (стационарный) потенциал металла в коррозионной среде</i>	7,9	5
<i>ЛР2. Теоретический опрос</i>	7,10	8
<i>ЛР2. Определение природы деполяризатора катодной реакции при установлении стационарного потенциала</i>	7,10	5
<i>ЛР3. Теоретический опрос</i>	7,11	8
<i>ЛР3. Электрохимические пары дифференциальной аэрации</i>	7,11	5
<i>ЛР4. Теоретический опрос</i>	7,12	9
<i>ЛР4. Коррозионная характеристика алюминия</i>	7,12	5
<i>ЛР5. Теоретический опрос</i>	7,13	9
<i>ЛР5. Электрохимическая коррозия с водородной деполяризацией</i>	7,13	5
<i>ЛР6. Теоретический опрос</i>	7,14	9
<i>ЛР6. Коррозионное поведение сталей в кислых растворах</i>	7,14	5
<i>ЛР7. Теоретический опрос</i>	7,15	9
<i>ЛР7. Исследование коррозионных диаграмм поляризации</i>	7,15	5
<i>ЛР8. Протекторная защита</i>	7,16	5
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям –		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)

2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Установившийся (стационарный) потенциал металла в коррозионной среде
 2. Определение природы деполяризатора катодной реакции при установлении стационарного потенциала
 3. Электрохимические пары дифференциальной аэрации
 4. Коррозионная характеристика алюминия
 5. Электрохимическая коррозия с водородной деполяризацией
 6. Коррозионное поведение сталей в кислых растворах
 7. Исследование коррозионных диаграмм поляризации
 8. Протекторная защита
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Определение природы реакции деполяризации процесса при установившемся стационарном потенциале металла

2. Расчет показателей скорости коррозии

Примерные задания

Контрольная работа №1.

Примеры задач

1. Рассчитать весовой показатель скорости коррозии образца магния ($\text{г/м}^2/\text{час}$), и плотность тока коррозии. Исходная масса образца была равна 0,873г. После 8 суток испытаний образец весил 0,841г. Образец представляет собой цилиндр диаметром 8 мм и длиной 1см.

2. За 60 суток коррозионных испытаний выделилось 15,4 мл газообразного водорода. Рассчитать объемный ($\text{л/м}^2/\text{час}$) и весовой ($\text{г/м}^2/\text{час}$) показатели скорости коррозии железа, предполагая, что коррозия носит равномерный характер. Оценить глубинный показатель скорости коррозии (мм/год). Образец представляет собой цилиндр диаметром 1,5 мм и длиной 1,5см. Плотность железа 7700 кг/м^3 .

3. Коррозионный потенциал железа в растворе с $\text{pH}=10$ равен $-0,55\text{В}$. Рассчитать равновесные потенциалы реакций водородной и кислородной деполяризации и сделать вывод о природе реакции деполяризации при коррозии железа. Температура 25°C .

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Кинетические закономерности коррозионных процессов

2. Методы защиты металлов от коррозии

Примерные задания

Контрольная работа №2.

Примеры задач

1. Рассчитать величину коррозионного тока, если коррозия меди протекает в растворе хлорида натрия. Концентрация молекулярного кислорода 0,035 л/л. Коэффициент диффузии молекулярного кислорода равен $5 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$, а толщина диффузионного слоя $8 \cdot 10^{-4} \text{ м}$
2. За время коррозионных испытаний (20 суток) образец меди площадью $3,7 \text{ см}^2$ в отсутствие протекторной защиты уменьшился в массе на 0,494г, а образец, находившийся под защитой - на 0,135г. Определить коэффициент торможения и степень защиты.
3. Обосновать устойчивость металлов в контактной паре Fe-Al в нейтральной среде. Записать реакции.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Расчет контактных пар металлов

Примерные задания

Пример домашнего задания №1

При контакте двух полос металлов (M_1 и M_2), имеющих равную площадь, в хорошо аэрируемом и электропроводном растворе с заданной величиной pH при комнатной температуре 25°C образуется коррозионный элемент.

Пользуясь справочными данными провести анализ коррозионных процессов:

- установить коррозионные потенциалы металлов M_1 и M_2 в данном растворе вне контакта металлов между собой;
- рассчитать скорость коррозии металла ($\text{г}/\text{м}^2\text{ч}$), выполняющего роль анода в этой паре;
- рассчитать скорость контроля электродных процессов в этой паре, пренебрегая падением напряжения на внутреннем сопротивлении элемента;
- определить природу деполяризации катодного процесса;
- построить коррозионную диаграмму.

Дополнительные сведения.

Концентрацию ионов анодно растворяющегося металла в коррозионной среде принять равной 10^{-6} моль/л. толщину диффузионного слоя около поверхности металла считать равной 10^{-4} м. Коэффициент диффузии растворенного кислорода – $1,4 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$, растворимость молекулярного кислорода в воде при 25°C принять равной 0,031 л в 1 литре воды.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Влияние примесей на коррозию цинка в серной кислоте

Примерные задания

Пример домашнего задания 2.

Цель: Определить количество коррозионных микроэлементов (n) и стационарный потенциал цинка ($E_{ст}$) в растворе серной кислоты с примесью сульфата более положительного металла.

Исходные данные:

Объем выделившегося водорода (V) за период времени (t) коррозионных испытаний.

Температура 25°C .

Размер одного микроэлемента 2×2 мкм.

Размер образца цинка - проволока диаметром 2 мм и длиной 3 см.

Кинетические параметры ионизации цинка: ток обмена равен 10 A/m^2 , а коэффициент переноса $\alpha_{\text{Zn}}=0,3$.

Концентрация серной кислоты $0,5 \text{ Моль/л}$.

Содержание ионов цинка в растворе принять равным 10^{-6} Моль/л .

Основные теоретические положения задачи:

Предположить, что растворение цинка происходит на всей поверхности, а катодный процесс восстановления катионов водорода – только на участках более положительного металла, который осаждается на цинке в результате реакции цементации (например, $\text{CuSO}_4 + \text{Zn} = \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$).

Количество выделившегося водорода эквивалентно количеству растворившегося цинка:

$$I_{\text{Zn}} = I_{\text{H}}$$

$$\text{Или } i_{\text{o,H}} \cdot \left(\exp\left(-\frac{\alpha_{\text{H}}F}{RT} \cdot (E_{\text{ст}} - E_{\text{p,H}})\right) \right) \cdot S_{\text{k}} = i_{\text{o,Zn}} \cdot \left(\exp\left(\frac{(1-\alpha_{\text{Zn}})zF}{RT} \cdot (E_{\text{ст}} - E_{\text{p,Zn}})\right) \right) \cdot S_{\text{a}}$$

Ток катодного процесса можно рассчитать по объему выделившегося водорода (V):

$$i_{\text{o,H}} \cdot \left(\exp\left(-\frac{\alpha_{\text{H}}F}{RT} \cdot (E_{\text{ст}} - E_{\text{p,H}})\right) \right) \cdot S_{\text{k}} = \frac{V \cdot F}{\vartheta_{\text{r}} \cdot t}$$

$\vartheta_{\text{r}} = 22,4 \text{ л/моль}$ - мольный объем газа.

Значения стационарного потенциала и число микрогальванических элементов находятся из решения системы уравнений:

$$i_{\text{o,H}} \cdot \left(\exp\left(-\frac{\alpha_{\text{H}}F}{RT} \cdot (E_{\text{ст}} - E_{\text{p,H}})\right) \right) \cdot S_{\text{k}} = \frac{V \cdot F}{\vartheta_{\text{r}} \cdot t}$$

$$i_{\text{o,H}} \cdot \left(\exp\left(-\frac{\alpha_{\text{H}}F}{RT} \cdot (E_{\text{ст}} - E_{\text{p,H}})\right) \right) \cdot S_{\text{k}} = i_{\text{o,Zn}} \cdot \left(\exp\left(\frac{(1-\alpha_{\text{Zn}})zF}{RT} \cdot (E_{\text{ст}} - E_{\text{p,Zn}})\right) \right) \cdot S_{\text{a}}$$

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Определение коррозии. Классификация коррозионных процессов

2. Термодинамическое условие протекания коррозионного процесса. Определение природы реакции деполяризации
 3. Понятие обратимого (равновесного) и необратимого (стационарного или коррозионного) потенциалов
 4. Реакции деполяризации в кислой, нейтральной и щелочной среде. Расчет равновесных потенциалов реакций восстановления водорода и кислорода
 5. Основные показатели скорости коррозии и их определение
 6. Теория микрогальванических элементов и современная теория (Я.М. Колотыркин) электрохимической коррозии. Основные стадии электрохимической коррозии
 7. Особенности коррозии металлов с водородной деполяризацией. Факторы, определяющие скорость коррозии с водородной деполяризацией
 8. Особенности коррозии с кислородной деполяризацией. Предельный диффузионный ток восстановления кислорода. Факторы, влияющие на скорость коррозии с кислородной деполяризацией
 9. Зависимость скорости коррозии от концентрации молекулярного кислорода в коррозионной среде. Пары дифференциальной аэрации
 10. Диаграммы коррозии, методы определения стационарного (коррозионного) потенциала и тока коррозии
 11. Основные закономерности электрохимического растворения металлов (зависимость скорости растворения металла от потенциала)
 12. Пассивное состояние металлов. Теории пассивности металлов
 13. Показатели скорости коррозии металлов (качественные и количественные). Количественные показатели (весовой, объемный, токовый, глубинный, механический, отражательный). Расчет плотности тока коррозии
 14. Измерение равновесных и стационарных (коррозионных) потенциалов. Оценка термодинамической вероятности протекания коррозионных процессов по величине потенциала
 15. Поляризационные методы исследования коррозионных и защитных процессов
 16. Основные закономерности и вид поляризационных кривых анодного процесса растворения металла и катодных процессов восстановления ионов водорода и молекулярного кислорода
 17. Определение кинетических параметров анодного и катодного процессов методом стационарных поляризационных кривых
 18. Общая классификация методов защиты от коррозии
 19. Анодные и катодные металлические защитные покрытия. Механизм защиты стали с помощью металлических покрытий
 20. Теоретические основы катодной защиты
 21. Механизм анодной защиты металлов. Область применения
 22. Металлические защитные покрытия. Способы нанесения металлических покрытий
 23. Электрохимический механизм протекторной защиты. Протекторные металлы и сплавы
 24. Методы защиты металлов от электрохимической коррозии. Коррозионностойкое легирование
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ПК-4	П-1 П-2 П-3	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Экзамен