

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.09.2025 12:05:43
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bb98f3b6cb77a486b9a8788b8522523



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Коррозия и защита металлов»
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 1	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)
Коррозия и защита металлов**

Направление подготовки (специальность)
03.03.02 Физика

Направленность (профиль)
Физика

Присваиваемая квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Челябинск 2025 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Коррозия и защита металлов»
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 2	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
 - 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
 - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Коррозия и защита металлов»
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 3	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 03.03.02 Физика
Направленность (профиль): Физика
Дисциплина: «Коррозия и защита металлов»
Семестр: 8
Форма промежуточной аттестации: зачет

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Коррозия и защита металлов» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции и согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
ПК-1	Способен применять специализированные знания, полученные в области физических наук, при проведении научно-исследовательских разработок	ПК-1.1. Обладает знаниями об основных методах проведения научно-исследовательских разработок в области физических наук; о способах планирования и организации исследований. ПК-1.2. Демонстрирует умения: проводить поиск, изучение и обобщение научного опыта в соответствующей области исследований; определять цели и задачи планируемых исследований и разработок; проводить исследование, составлять его описание, формулировать выводы по полученным результатам. ПК-1.3. Имеет практический опыт	Для достижения ПК-1.1: знать основы теории физики и химии твердого тела; основы теории коррозионных процессов в газовых и жидких электропроводящих средах; Для достижения ПК-1.2: уметь применять специализированные знания в области физики и химии твердого тела для освоения профильных физических дисциплин Для достижения ПК-1.3: владеть современными приемами технологической защиты оборудования от коррозионных разрушений



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Коррозия и защита металлов»
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 4	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

		(навыки) в области физических наук: проведения научных исследований в соответствии с поставленной целью; составления отчетов по теме и по результатам проведенных научно-исследовательских разработок.	
--	--	--	--



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Коррозия и защита металлов»
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 5	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/ разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации/№ задания
1.	Для достижения ПК-1.1: знать основы теории физики и химии твердого тела; основы теории коррозионных процессов в газовых и жидких электропроводящих средах; Для достижения ПК-1.2: уметь применять специализированные знания в области физики и химии твердого тела для освоения профильных физических дисциплин Для достижения ПК-1.3: владеть современными приемами технологической защиты оборудования от коррозионных разрушений	Общая характеристика коррозионных процессов	Тест, задачи к практическим занятиям;	вопросы к зачету.
		Газовая коррозия. Физико-химические закономерности газовой коррозии	Тест, задачи к практическим занятиям;	вопросы к зачету.
		Электрохимическая коррозия металлов	задачи к практическим занятиям	вопросы к зачету
		Защита металлов от коррозии	Тест, задачи к практическим занятиям	вопросы к зачету.

3.2 Содержание оценочных средств

База тестовых вопросов

№ п/п	Формулировка вопроса	Варианты ответов
I. Общая характеристика коррозионных процессов		
1	1. Какое выражение соответствует определению термина «коррозия»?	а) разрушение металлов и сплавов вследствие механических повреждений; б) самопроизвольное разрушение металлов и сплавов под воздействием окружающей среды; в) разрушение металлов в растворах кислот;



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Коррозия и защита металлов»
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 6	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

		г) разрушение металлов в щелочах; д) разрушение металлов в морской воде.
2	К какому типу процессов относятся коррозионные процессы?	а) гетерогенные процессы; б) гомогенные процессы; в) ни к одному из перечисленных процессов; г) ко всем перечисленным процессам.
3	Какой процент от национального дохода составляют потери от коррозии в большинстве стран?	а) 2-4% ; б) 3-5% ; в) 4-6%; г) 5-7%; д) 6-8%.
4	Статистика отказов оборудования в нефтеперерабатывающей промышленности и транспорте нефти показывает, что отказы в результате коррозии составляют:	а) 25-35%: б) 35-45%; в) 45-55%; г) 55-65%; д) 65-75%.
5.	Какое из выражений соответствует определению коррозионного процесса, протекающего по химическому механизму?	а) коррозия, при которой процессы окисления и восстановления протекают в одном акте; б) коррозия, при которой процесс окисления-восстановления протекает не в одном акте; в) коррозия металлов в газовой среде; г) коррозия металлов в неэлектролитах; д) коррозия металлов в атмосферных условиях;
6	Укажите характеристики коррозионного процесса, протекающего по химическому механизму.	а) окислительно-восстановительный процесс, при котором металл – окислитель, компонент агрессивной среды – восстановитель; б) окислительно-восстановительный процесс, при котором металл – восстановитель, компонент агрессивной среды – окислитель; в) окислительно-восстановительные реакции осуществляются в одном акте; г) процессы окисления-восстановления пространственно разделены; д) процесс протекает в электропроводящей среде.
7	Какие параметры используются для расчета допустимого времени эксплуатации проектируемых конструкций?	а) максимально допустимая скорость коррозии; б) максимальная скорость коррозии;



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Коррозия и защита металлов»
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 7	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

		в) глубина коррозии; г) техническая (или максимально допустимая) глубина коррозии; д) все выше перечисленные.
8	Скорость коррозии (мм/год), определенная на основании металлографических исследований характеризует:	а) среднюю скорость коррозии металла за время испытаний; б) истинную скорость коррозии металла в момент окончания испытаний; в) максимальную скорость коррозии металла за время испытаний; г) минимальную скорость коррозии металла за время испытаний;
9	Термодинамика дает сведения	а) о возможности самопроизвольного протекания коррозионного процесса; б) о невозможности самопроизвольного протекания коррозионного процесса; в) о скорости коррозионного процесса; г) все выше перечисленные.
10	Жаростойкость – это	а) способность металла сопротивляться коррозионному воздействию газов при высоких температурах; б) способность металла сохранять при высоких температурах достаточно высокие механические свойства.
11	Какое условие является основным, обеспечивающим химический механизм коррозии металла в газовой фазе?	а) низкая температура; б) максимальное содержание влаги в газовой фазе; в) отсутствие на поверхности металла пленки воды; г) высокая температура.
12	Процесс газовой коррозии лимитируется внешней диффузией, если замедленной стадией является	а) ионизация металла и переход его в форме ионов и электронов в слой оксида; б) перемещение ионов металла и электронов в слое оксида; в) перенос кислорода из газового потока к поверхности оксида; г) адсорбция кислорода на поверхности; д) превращение адсорбированного кислорода в ион O^{2-} .



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Коррозия и защита металлов»
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 8	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

13	Процесс газовой коррозии лимитируется внутренней диффузией, если замедленными стадиями являются:	а) ионизация металла и переход его в форме ионов и электронов в слой оксида; б) перемещение ионов металла и электронов в слое оксида; в) превращение адсорбированного кислорода в ион O^{2-} ; г) перемещение ионов кислорода O^{2-} в слое оксида; д) реакция образования оксида.
14	Условие сплошности оксидных пленок на металлах	а) $V_{OK}/V_{ME} < 1$; б) $V_{OK}/V_{ME} \geq 1$; в) $2,5 > V_{OK}/V_{ME} > 1$; г) $2,5 < V_{OK}/V_{ME}$
15	Перечислите характеристики оксидных пленок на металле, обеспечивающие их защитные свойства.	а) близкий с основным металлом коэффициент термического расширения; б) хорошая адгезия к металлу; в) соблюдение условия $2,5 > V_{ok}/V_{Me} > 1$; г) соблюдение условия $V_{ok}/V_{Me} < 1$; д) прочность и эластичность пленки.
16	На сохранность защитных пленок на металлах при газовой коррозии влияют а) величина и характер внутренних напряжений и внешних механических нагрузок	а) величина и характер внутренних напряжений и внешних механических нагрузок; б) прочность и пластичность пленки; в) сцепление защитной пленки с металлом; г) разность в коэффициентах линейного и объемного расширения металла и защитной пленки; д) все перечисленные факторы.
17	Как влияют колебания температуры на процесс окисления?	а) увеличивают скорость; б) уменьшают скорость; в) не влияют на скорость.
18	Какие кинетические законы роста пленок существуют?	а) логарифмический; б) линейный; в) гиперболический; г) параболический.
19	Укажите правильные сочетания химической формулы и названия соединений, образующихся при окислении железа.	а) FeO – вюстит; б) Fe₃O₄ – гематит; в) Fe₃O₄ – магнетит; г) Fe₂O₃ – гематит; д) Fe ₂ O ₃ – магнетит.
20	Продуктом коррозии железа является	а) серая ржавчина; б) белая ржавчина; в) бурая ржавчина; г) зеленая ржавчина.

2. Методы защиты металлов от коррозии



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Коррозия и защита металлов»
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 9

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

1	Какой из перечисленных методов защиты металлов целесообразно применять только при ограниченном объеме коррозионной среды?	а) подбор коррозионностойких сплавов; б) изменение состава агрессивной среды; в) защитные покрытия; г) электрохимическая защита; д) рациональное конструирование
2	Какие процессы используют для получения неорганических защитных пленок?	а) фосфатирование; б) оксидирование; в) пассивирование; г) анодирование
3	Охарактеризуйте свойства фосфатных защитных пленок	а) не эксплуатируются в морской воде; б) низкая прочность; в) высокоразвитая шероховатая поверхность; г) короткий срок эксплуатации
4	Какие из перечисленных покрытий электрохимически защищают сталь?	а) цинковые; б) кадмиевые; в) медные; г) хромовые
5	При каких методах нанесения защитные покрытия получают неравномерными по толщине?	а) диффузионный; б) погружение изделия в расплавленный металл; в) распыление металла; г) плакирование
6	Какой из компонентов испаряется после нанесения лакокрасочных покрытий?	а) пленкообразующие вещества; б) растворители; в) пластификаторы; г) пигменты; д) наполнители
7	Какими факторами может определяться защита металлов от коррозии лакокрасочными покрытиями?	а) механической изоляцией металла от агрессивной среды; б) адгезией, препятствующей образованию новой фазы (ржавчины); в) торможением коррозионного процесса путем создания условий для пассивации металла; г) торможением коррозионного процесса путем создания условий для электрохимической защиты металла; д) всеми перечисленными
8	Укажите разновидности метода электрохимической защиты.	а) катодная защита; б) анодная защита; в) протекторная защита; г) кислородная защита; д) все перечисленные



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Коррозия и защита металлов»
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 10	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

9	Как можно понизить агрессивность коррозионной среды по отношению к металлам не склонным к пассивации?	а) удалением кислорода; б) введением поглотителей кислорода; в) нейтрализацией раствора; г) повышением электропроводности
10	Контакты некоторых радиодеталей покрывают слоем золота. Это делается:	а) для повышения прочности изделия; б) для повышения стоимости изделия; в) для предохранения от окисления; г) для придания декоративного вида.
11	Алюминий устойчив к коррозии, потому что	а) твердый; б) блестящий; в) пластичный; г) покрыт оксидной пленкой.
12	Диаграммы Пурбе позволяют определить	а) границы термодинамической возможности коррозионного процесса; б) термодинамически возможный катодный процесс; в) скорость коррозионного процесса; г) ожидаемые продукты коррозии
13	Если коррозионный процесс состоит из ряда последовательных стадий, то его скорость определяется	а) самой быстрой стадией; б) самой медленной стадией
14	Укажите возможные способы перевода металла в пассивное состояние.	а) пропускание через поверхность металла анодного тока, превышающего критический ток пассивации; б) введение в электролит окислителей; в) повышение температуры электролита; г) введение в электролит Cl ⁻ , Br ⁻

Задачи к практическим занятиям

Раздел 1. Газовая коррозия. Общая характеристика коррозионных процессов.

Практическое занятие 1. Условие сплошности оксидных пленок.

1. Определить, удовлетворяют ли условию сплошности пленки карбидов на железе и хrome (Fe_3C , Cr_3C_2). Плотность хрома $\rho_{\text{Cr}} = 7,16 \text{ г/см}^3$; плотность карбида хрома $\rho(\text{Cr}_3\text{C}_2) = 6,68 \text{ г/см}^3$; плотность железа $\rho_{\text{Fe}} = 7,86 \text{ г/см}^3$; плотность карбида железа $\rho(\text{Fe}_3\text{C}) = 8,4 \text{ г/см}^3$.
2. Определить, удовлетворяют ли условию сплошности пленки оксидов на ниобии (NbO , Nb_2O_5). Плотность ниобия $\rho_{\text{Nb}} = 8,56 \text{ г/см}^3$; плотность $\rho(\text{NbO}) = 7,26 \text{ г/см}^3$; плотность $\rho(\text{Nb}_2\text{O}_5) = 4,5 \text{ г/см}^3$.
3. Определить, удовлетворяют ли условию сплошности пленки оксидов на алюминии. Плотность алюминия составляет $2,7 \text{ г/см}^3$; плотность оксида алюминия – $3,96 \text{ г/см}^3$.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Коррозия и защита металлов»
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

4. Определить, удовлетворяют ли условию сплошности пленки оксида на цинке. Плотность цинка составляет $7,14 \text{ г/см}^3$; плотность оксида цинка – $5,6 \text{ г/см}^3$.
5. Определить, удовлетворяют ли условию сплошности пленка оксида на никеле. Плотность никеля составляет $8,9 \text{ г/см}^3$; плотность оксида никеля – $7,45 \text{ г/см}^3$.

Практическое занятие 2. Показатели коррозии.

1. После трехчасовой выдержки алюминиевого образца с поверхностью $41,21 \text{ см}^2$ в 20% растворе аммиака при 200°C его масса уменьшилась на $0,0599 \text{ г}$. Определить массовый и токовый показатели коррозии.
2. Определить токовый показатель коррозии алюминия в азотной кислоте, если потери массы образца с площадью 1 см^2 составили $0,006 \text{ г}$ за 30 минут испытаний
3. При какой величине тока можно осадить 10 мкм защитного цинкового покрытия на деталь с поверхностью $2,59 \text{ м}^2$ в течение 30 минут? Выход по току принять равным 95%. Определите скорость равномерной коррозии алюминия в (мм/год) и в $[\text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{сутки})]$, если плотность коррозионного тока составляет $0,062 \text{ А/м}^2$. Плотность алюминия (ρ_{Al}) $2,7 \text{ г/см}^3$.
4. Магний ($\rho_{\text{Mg}} = 1,74 \text{ г/см}^3$) равномерно корродирует в морской воде со скоростью $1,45 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{сутки})$. Каково значение скорости коррозии, выраженное в мм/год ? Если с такой же скоростью корродирует свинец ($\rho_{\text{Pb}} = 11,34 \text{ г/см}^3$), то каково соответствующее значение в мм/год ?
5. Цинк и медь корродируют в морской воде со скоростью $1 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$. Определите скорость коррозии в мм/год , если $\rho_{\text{Zn}} = 7130 \text{ кг/м}^3$; $\rho_{\text{Cu}} = 8920 \text{ кг/м}^3$.

Практическое занятие 2. Термодинамическая возможность газовой коррозии.

1. Определите термодинамическую возможность газовой коррозии изделия из углеродистой стали, протекающей по реакции $\text{Fe}(к) + \text{H}_2\text{O}(г) = \text{FeO}(к) + \text{H}_2(г)$, если это изделие эксплуатируется при 700°C под действием водяного пара с относительным парциальным давлением $p = 6$ и $p = 1$. Определите диапазон относительных парциальных давлений водяного пара и диапазон температур для стандартных состояний, при которых коррозия невозможна.
2. Определите термодинамическую возможность газовой коррозии изделия из углеродистой стали (Fe) до Fe_2O_3 при температуре 350°C под действием кислорода, парциальное давление (p) которого составляет 20 кПа .
3. Определите термодинамическую возможность газовой коррозии изделия из никеля до NiO под действием кислорода с парциальным давлением 140 кПа и температуре 800°C . Определите парциальное давление кислорода, при котором прекращается газовая коррозия при указанной температуре.
4. Определите область температур, в которой невозможна коррозия железа под действием H_2S до FeS в стандартном состоянии.
5. Определите область температур, при которой невозможна газовая коррозия алюминия под действием хлора в стандартном состоянии.
6. Каким должно быть отношение $\frac{P_{\text{H}_2}}{P_{\text{H}_2\text{O}}}$

в газовой фазе, чтобы не происходило окисление хрома при температуре 1600 K ?
Продукт окисления хрома – Cr_2O_3 .



Версия документа - 1	стр. 12	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

7. Определить термодинамическую возможность коррозии железа при температурах 273К, 293К, 313К, 333К, 353К, 373К. Продуктом коррозии является Fe_2O_3 . Построить график зависимости изменения энергии Гиббса от температуры и сделать вывод о влиянии температуры на термодинамическую возможность коррозии. Оценить возможность коррозии в изученном интервале температур.

Практическое занятие 3. Кинетика газовой коррозии

1. Определить закон окисления магния в среде кислорода при $500^\circ C$, если за 10 ч окисления прирост массы составил $4,8 \text{ г/м}^2$, а за 60 ч – 28 г/м^2 .
2. Установите закон окисления железа при $800^\circ C$ на воздухе, если за 2000 мин окисления прирост массы составил 694 г/м^2 , а за 4000 мин – 944 г/м^2 .
3. Определите закон окисления магния в среде кислорода при $551^\circ C$, если за 3,5 ч окисления прирост массы составил 10 г/м^2 , а за 10 ч – 30 г/м^2 .
4. Определите закон окисления алюминия во влажном кислороде при $25^\circ C$, если за 3,7 ч окисления прирост массы составил $0,1 \text{ г/м}^2$, за 10 ч окисления – $0,3 \text{ г/м}^2$, а за 15,5 ч – $0,4 \text{ г/м}^2$.
5. При окислении углеродистой стали (0,6% C) при $800^\circ C$ на воздухе, насыщенном парами воды, в течение 2,69; 5 и 25 ч получены следующие приросты массы (г/м^2): 85,7; 135,7 и 328,6, что отвечает сложно-параболическому закону роста пленки $K_1 h^2 + K_2 h = K_1 K_2 \tau$.

Преобразуйте эту зависимость в прямую линию построением графика $\frac{\tau}{\Delta m} = f(\Delta m)$ и

определите константы K_1 и K_2 уравнения $K_1 h^2 + K_2 h = K_1 K_2 \tau$.

6. Во сколько раз возрастает толщина пленки при увеличении продолжительности равномерной газовой коррозии титана от 5 до 48 часов при температуре $300^\circ C$, если установлен логарифмический закон роста пленки?

Раздел 3. Электрохимическая коррозия металлов

Практическое занятие 4-5. Термодинамическая возможность электрохимической коррозии.

1. Стальное изделие имеет цинковое покрытие. Какой из металлов будет окисляться при коррозии, если эта пара металлов попадает в нейтральную среду с pH 7? Подсчитайте ЭДС коррозионного элемента для атмосферных условий. При каких значениях pH прекратится процесс выделения водорода?
2. В кислой среде (pH = 3) контактируют медь и кобальт. Написать уравнения электродных процессов, рассчитать ЭДС и энергию Гиббса образовавшегося гальванического элемента в указанных условиях.
3. Во влажной нейтральной атмосфере контактируют магний и кобальт. Написать уравнения электродных процессов, рассчитать ЭДС и энергию Гиббса образовавшегося гальванического элемента в указанных условиях.
4. Рассмотрите коррозию изделия из алюминиевой бронзы:
 - а) в дистиллированной воде;
 - б) в сильнощелочной аэрированной среде (раствор NaOH).



Версия документа - 1	стр. 13	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

Приведите уравнения электродных процессов. Какие вещества являются продуктами коррозии?

5. Скорость коррозии стали в кислой среде $0,2 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$. Общая площадь поверхности стальной конструкции 100 м^2 . Какой силы ток нужно пропустить через стальную конструкцию, чтобы полностью подавить коррозию?

6. Рассчитать массу кислорода, необходимую для полного разрушения слоя железа, толщиной $0,1 \text{ мм}$ на площади в 1 м^2 и массу образующегося $\text{Fe}(\text{OH})_2$. Плотность железа $7,8 \text{ г}/\text{см}^3$.

7. Сколько граммов меди выделится на катоде и какой объем газа при стандартных условиях выделится на аноде при пропускании тока в 4 А через раствор медного купороса в течение 18 мин ?

Практическое занятие 6. Электрохимические методы противокоррозионной защиты металлов.

1. В каком из водных растворов никель будет более коррозионно устойчив: а) NaCl ; б) NaOH ; в) NH_4Cl ?

2. Почему железо, менее активный металл, корродирует в атмосферных условиях быстрее алюминия? Сравните коррозионную устойчивость этих металлов в чистой воде и в водном растворе NaCl .

3. Вода не действует на алюминий даже при повышенной температуре. Почему при попадании в воду NaCl алюминий начинает корродировать? В растворе каких солей NaCl или NH_4OH скорость коррозии алюминия выше?

4. Никель очень медленно вытесняет водород и кислот. Почему скорость выделения водорода на никеле возрастает, если он находится в контакте с цинком? Какой металл при этом окисляется? Почему выделение водорода идет преимущественно на никеле?

5. Почему в морской воде по сравнению с пресной скорость коррозии стали и алюминиевых сплавов резко возрастает? Какой участок корпуса корабля будет подвергаться коррозии в большей степени?

6. Укажите продукт коррозии при контакте $\text{Zn} - \text{Ni}$ в кислой среде (HCl).

Раздел 5.

Практика 7. Изменение состава среды как метод противокоррозионной защиты.

1. Какие из нижеперечисленных металлов выполняют для свинца роль катодного покрытия: Ti , Mn , Ag , Cr ?

2. Укажите продукт коррозии при контакте $\text{Zn} - \text{Ni}$ в кислой среде (HCl).

3. Какие из нижеперечисленных металлов выполняют для свинца роль катодного покрытия: Ti , Mn , Ag , Cr ?

4. Какие из нижеперечисленных металлов выполняют для свинца роль анодного покрытия: Pt , Al , Cu , Hg ?

5. Склепаны два металла. Укажите, какой из металлов подвергается коррозии: а) $\text{Mn} - \text{Al}$; б) $\text{Sn} - \text{Bi}$.

6. Как протекает коррозия луженого железа, погруженного в раствор соляной кислоты при нарушении покрытия? Составьте электродные уравнения анодного и катодного процессов.



Версия документа - 1	стр. 14	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

Какие продукты при этом образуются?

7. Каким покрытием: катодным или анодным является цинк, олово на поверхности железа? Как протекает процесс электрохимической коррозии: а) луженого, б) оцинкованного железа при нарушении целостности покрытия на воздухе?

Практическое занятие 8. Контрольная работа

1. Оценить коррозионную стойкость цинка на воздухе при $T = 673\text{K}$. Образец цинка с площадью поверхности 30 см^2 и начальной массой $21,4261\text{ г}$, после 180 ч испытаний на воздухе имеет массу $21,4279\text{ г}$. При окислении цинка образуется оксид ZnO .

2. Как происходит коррозия цинка, находящегося в контакте с кадмием в нейтральном и кислых растворах? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов. Каков состав продуктов коррозии?

3. Рассчитать показатель изменения массы при коррозии алюминия в олеуме. Размеры образца $50 \times 30 \times 1\text{ мм}$, начальная масса $4,053\text{ г}$, после восьмисуточного испытания - $4,0189\text{ г}$. К какой группе коррозионной стойкости относится алюминий в этой среде?

4. Изделие из меди с оловянным покрытием находится во влажном воздухе. Какой из металлов будет корродировать при нарушении целостности покрытия? К какому типу покрытий относится в этом случае олово?

5. Медная деталь разрушается в атмосфере кислорода при температуре 200°C . В чем заключается причина этого явления?

Вопросы к зачету.

1. Что такое коррозия? *
2. К какому типу процесса – гомогенному или гетерогенному – относится коррозия? *
3. Перечислите основные виды коррозии. *
4. Как можно классифицировать процесс коррозии по виду разрушений? *
5. Основные показатели коррозионного разрушения. *
6. Перечислите условия протекания газовой коррозии. *
7. Химический механизм коррозии. При каких условиях он реализуется?
8. Что называется жаростойкостью и жаропрочностью металла? *
9. Кинетика газовой коррозии. Линейный, параболический и сложные законы роста пленок.
10. Влияние внутренних и внешних факторов (состава сплава, температуры, давления и состава газовой среды) на закономерности газовой коррозии.
11. Перечислите металлы, стойкие в среде: SO_2 , CO_2 , H_2O (пары) и O_2 .
12. Перечислите основные стадии газовой коррозии.
13. Перечислите наиболее и наименее коррозионно-устойчивые металлы. *
14. Приведите основное уравнение термодинамики, позволяющее оценить возможность протекания процесса окисления.
15. Дайте определение процессу пассивации. *
16. На основании, каких термодинамических величин можно сделать заключение о возможности протекания коррозии?
17. Что представляют собой диаграммы Пурбе?
18. Что называется концентрационной поляризацией? Привести примеры.
19. Запишите уравнение Тафеля. В каких координатах реализуется прямолинейная зависимость? *



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Коррозия и защита металлов»
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 15	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

20. Охарактеризуйте коррозионный процесс с водородной поляризацией
21. Охарактеризуйте коррозионный процесс с кислородной поляризацией.
22. Что называется, коррозионной диаграммой? *
23. Основные закономерности электрохимической кинетики.
24. Физический смысл констант «а» и «b» в уравнении Тафеля.
25. Зависимость скорости коррозии от состава раствора. *
26. Закономерности растворения металлов активном состоянии.
27. Какие поверхностные тонкослойные покрытия вам известны? *
28. Охарактеризуйте свойства фосфатных и оксидных защитных пленок.
29. Какие существуют виды гальванических покрытий? *
30. Перечислите разновидности жаростойких защитных покрытий.

Примечание: *отмечены вопросы, входящие в список вопросов «теоретического минимума».

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета в три этапа.

На первом и втором этапах студент выполняет 2 тестовых задания и решает текущую контрольную работу.

На третьем этапе студент отвечает на общие вопросы по разделам прослушанного теоретического материала. Время подготовки к ответу составляет ~ 20 минут. Во время подготовки можно использовать конспекты лекций.

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

Задания к практическим занятиям студенты выполняют в течение семестра на практических занятиях и в форме самостоятельной работы.

В процессе изучения теоретического материала студентам предлагается выполнить 2 тестовых работы по теоретическим разделам курса «Коррозия и защита металлов» и текущую контрольную работу.

Критерии оценивания теста:

Характеристики ответа	Баллы	Уровень освоения проверяемых компетенций
Студент правильно ответил	От 90-100%	высокий
Студент правильно ответил	От 70 до 90 %	средний



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Коррозия и защита металлов»
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

Студент правильно ответил	От 50 до 70%	базовый
Студент правильно ответил	Менее 50%	недостаточный

Хорошо выполненные тестовые работа учитывается при получении зачета. Если тесты не зачтены, то студенту предлагается выполнить их еще раз в течении семестра на консультации.

Критерии оценивания контрольной работы:

Оценка	Зачтено	Уровень освоения проверяемых компетенций
Зачтено	Контрольная решена и оформлена в соответствии с правилами.	высокий
Зачтено	Контрольная решена и оформлена в соответствии с правилами. Но есть небольшие недочеты.	средний
Зачтено	Контрольная решена не полностью	базовый
Незачтено	Контрольная не решена	недостаточный

Критерии оценивания теоретических вопросов:

Характеристики ответа	Зачтено, не зачтено	Уровень освоения проверяемых компетенций
Твердое знание учебно-программного материала, грамотное его изложение, знание материала, выполнены тестовые задания. Активное участие в решение задач на практических занятиях.	Зачтено	высокий
Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его. При ответе на дополнительные вопросы допускает негрубые ошибки.	Зачтено	средний
Не уверенно и с ошибками отвечает на вопросы «теоретического минимума». Результаты ответов на вопросы теста составляют ~ от 50 до 70%.	Зачтено	базовый
Не ответил на вопросы «теоретического минимума», включающие в себя знание основных понятий и соотношений, не	Не зачтено	недостаточный



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Коррозия и защита металлов»
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 17	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

выполнены тестовые задания.		
-----------------------------	--	--

При подведении итогов учитываются результаты работы в семестре: посещение лекций, активное участие в решении задач на практических занятиях.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Уровни сформированной компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке – «зачтено»: предполагает формирование компетенций на высоком уровне: студент свободно владеет основной терминологией и понятийным аппаратом курса «Коррозия и защита металлов», что позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам данной дисциплины; полностью сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и уверенно владеть навыком их решения;
2. Средний уровень соответствует оценке – «зачтено»: предполагает формирование компетенций на среднем уровне: студент хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Коррозия и защита металлов»; сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и владеть навыками решения базовых задач по коррозии;
3. Базовый уровень соответствует оценке – «зачтено»: предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения базовых задач по курсу «Коррозия и защита металлов»;
4. Низкий уровень соответствует оценке – «не зачтено»: студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом курса «Коррозия и защита металлов»; не выполнены тестовые задания, не владеет навыками решения базовых задач по курсу «Коррозия и защита металлов».

