



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
А.С. Савинов
«12» сентября 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
КОРРОЗИЯ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль программы

Материаловедение и технологии материалов (в машиностроении)

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения

Очная

Институт	Металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Технологий металлургии и литейных процессов
Курс	2
Семестр	4


Магнитогорск
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов – и профилю подготовки Материаловедение и технологии материалов (в машиностроении), утвержденного приказом МОиН РФ от 12.11.2015 № 1331.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологии металлургии и литейных процессов «31» 08 2017 г., протокол № 1.


Зав. кафедрой  /К.Н. Вдовин/
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института Металлургии, машиностроения и материалобработки «11» 09 2017 г., протокол № 01.

Председатель  /А.С. Савинов/
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая программа составлена:

проф. каф. ГМиЛП, докт. техн. наук, доц.
(должность, ученая степень, ученое звание)

 /А.Б. Сычков/
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рецензент:

доцент кафедры МиТОДим, к.т.н., доцент
(должность, ученая степень, ученое звание)

 /М.А. Шекшеев/
(подпись) (И.О. Фамилия)

Лист регистрации изменений и дополнений

№ п/п	Раздел программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата. № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
1	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	04.09.2018, протокол № 1	
2	9	Актуализация материально-технического обеспечения дисциплины	04.09.2018, протокол № 1	
3	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	06.09.2019, протокол № 1	
4	9	Актуализация материально-технического обеспечения дисциплины	06.09.2019, протокол № 1	
5	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	01.09.2020, протокол № 1	
6	9	Актуализация материально-технического обеспечения дисциплины	01.09.2020, протокол № 1	

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения модуля дисциплины Б1.В.10 вариативной части дисциплин блока 1 учебного плана «Коррозия и методы защиты» является подготовка бакалавров по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технология материалов» и профилю подготовки «Материаловедение и технология материалов (в машиностроении)» к профессиональной деятельности в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта.

Задачей изучения дисциплины является подготовка студентов к творческому применению полученных знаний при создании новых и совершенствованию действующих технологических процессов, формированию у студентов системы знаний по коррозии металлов и методам их защиты. Эта задача решается следующими способами:

- формированием понятий о различных видах коррозии металлов, потерях металла в конструкциях;
- привлечением студентов представления о механизмах развития химической и электрохимической коррозии;
- обучением методам оценки коррозионной пораженности металлов;
- обучением студентов методам защиты металлов и других материалов от всех видов коррозии.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина Б1.В.10 вариативной части дисциплин блока 1 учебного плана «Коррозия и методы защиты» является основой для дисциплин профессионального цикла.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин естественно-научного и профессионального циклов, таких как базовые дисциплины Б1.Б.09 «Математика», Б1.Б.10 «Физика», Б1.Б.11 «Химия», дисциплины вариативной части Б1.В.01 «Физическая химия», а знания, умения и навыки, полученные при её изучении, будут использованы в процессе освоения специальных дисциплин, при курсовом проектировании, подготовке и защите ВКР, в практической профессиональной деятельности.

Последующие дисциплины, которые базируются на дисциплине «Коррозия и методы защиты» - Б1.Б.21 «Моделирование и оптимизация свойств материалов и технологических процессов», Б1.В.04 «Основы термической и химико-термической обработки», Б1.В.06 «Методы исследования материалов и процессов», Б1.В.09 «Износостойкие материалы и изделия», Б1.В.11 «Поверхностное упрочнение и модификация поверхностей», Б1.В.ДВ.04.01 «Выбор материалов и технологий в машиностроении» или Б1.В.ДВ.04.02 «Основы проектирования технологических процессов», Б1.В.ДВ.05.01 «Свойства и применение покрытий» или Б1.В.ДВ.05.02 «Гальванические покрытия», Б3.Б.02 «Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы», ГИА.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате изучения дисциплины (модуля) «Коррозия и методы защиты» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
Код и содержание компетенции: ПК-4 – способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	
Знать:	<ul style="list-style-type: none"> - основные методы исследования коррозионных процессов, протекающих в металлах и сплавах; - физико-химические процессы, определяющие защиту металлов от коррозии; - методы модификации поверхности для защиты металлов и сплавов от коррозии
Уметь:	<ul style="list-style-type: none"> - применять методы исследования коррозионных процессов, протекающих в металлах и сплавах; - использовать известные физико-химические процессы для защиты металлов от коррозии; - правильно выбирать методы модификации поверхности для защиты металлов и сплавов от коррозии
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> - навыками по применению методов исследования коррозии металлов и сплавов; - технологическими приемами защиты металлов от коррозии; - практикой модификации поверхности для защиты металлов и сплавов от коррозии
Код и содержание компетенции: ПК-5 – готовностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производств, обработки и модификации	
Знать:	<ul style="list-style-type: none"> - основные положения по комплексным исследованиям и испытаниям, в том числе стандартным и сертификационным; - технологию производства, обработки и модификацию поверхности металлов и сплавов для защиты от коррозии; - методы определения экономии металла при его защите от коррозии
Уметь:	<ul style="list-style-type: none"> - применять комплексные исследования и испытания, в том числе стандартные – сдаточные и сертификационные; - использовать современную технологию производства, обработки и модификации поверхности металлов и сплавов для защиты от коррозии; - оценивать экономию металла при его защите от коррозии
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> - навыками исследования и испытания коррозионных процессов; - технологическими приемами производства, обработки и модификации поверхности металлов и сплавов для защиты от коррозии; - методикой расчета экономии металла при его защите от коррозии
Код и содержание компетенции: ПК-9 – готовностью участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами	

Знать:	- технологию производства и обработки покрытий; - особенности переработки материалов с покрытиями; - системы управления технологическими процессами
Уметь:	- эффективно применять на практике технологию производства и обработки покрытий; - перерабатывать материалы с покрытиями; - управлять технологическими процессами защиты от коррозии
Владеть:	- навыками производства и обработки поверхности металлов антикоррозионными покрытиями; - технологией переработки материалов с покрытиями; - приемами управления технологией защиты металлов и сплавов от коррозии

4 Структура и содержание дисциплины (модуля) – Коррозия и методы защиты

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 единиц (ЗЕТ), 144 акад. часа:

- контактная работа – 72 акад. часа;
- аудиторная – 68 акад. часов;
- внеаудиторная контактная работа (ВНКР) – 4 акад. часа;
- самостоятельная работа – 36,3 акад. часа;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа.

Раздел/ тема Дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	лаборат. занятия	практич. Занятия				
1. Введение. Значение коррозионной проблемы. Общая характеристика коррозионных процессов	4	4	-	4	4	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 1.	ПК 4-зув; ПК 5-зув; ПК 9-зув
2. Химическая коррозия металлов	4	4	-	4/2И	4	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала. Проработка методических указаний к практическим занятиям, составление конспекта, подготовка ответов по контрольным вопросам.	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 2, 3.	ПК 4-зув; ПК 5-зув; ПК 9-зув
3. Электрохимическая коррозия металлов	4	5	-	5/2И	5	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала. Проработка методических указаний к практическим занятиям, составление конспекта, подготовка ответов по контрольным вопросам.	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 4, 5	ПК 4-зув; ПК 5-зув; ПК 9-зув
4. Основные факторы электрохимической коррозии металлов	4	4	-	4/2И	5	Проработка теоретического (лекционного) материала.	Текущий контроль успеваемости. Проведение	ПК 4-зув; ПК 5-зув;

Раздел/ тема Дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	лаборат. занятия	практич. Занятия				
						Изучение дополнительного материала. Проработка методических указаний к практическим занятиям, составление конспекта, подготовка ответов по контрольным вопросам	расчетных работ с применением ПК. – АКР № 5, 6.	ПК 9-ув
5. Методы защиты металлов от коррозии	4	4	-	4/2И	5	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала. Проработка методических указаний к практическим занятиям, составление конспекта, подготовка ответов по контрольным вопросам	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 7-10.	ПК 4-зув; ПК 5-зув; ПК 9-зув
6. Конструкционные неметаллические материалы	4	4	-	4/2И	5	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала. Проработка методических указаний к практическим занятиям, составление конспекта, подготовка ответов по контрольным вопросам	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. - АКР № 11.	ПК 4-зув; ПК 5-зув; ПК 9-зув

Раздел/ тема Дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	лаборат. занятия	практич. Занятия				
7. Коррозионные исследования и мониторинг	4	4	-	4/2И	4	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала. Проработка методических указаний к практическим занятиям, составление конспекта, подготовка ответов по контрольным вопросам	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 7, 9-12.	ПК 4-зув; ПК 5-зув; ПК 9-зув
8. Примеры коррозионных разрушений	4	5	-	5/2И	4,3	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала. Проработка методических указаний к практическим занятиям, составление конспекта, подготовка ответов по контрольным вопросам	Текущий контроль успеваемости.	ПК 4-зув; ПК 5-зув; ПК 9-зув
Итого за семестр	4	34	-	34/ 14 И	36,3		Промежуточная аттестация (экзамен)	

И – в том числе, часы, отведенные на работу в интерактивной форме.

5 Образовательные и информационные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Коррозия и методы защиты» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Лекции проходят как в традиционной форме, так и в форме лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается студентам для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия. Лекции читаются с использованием мультимедийного оборудования, презентационных материалов.

Лекционный материал закрепляется в ходе практических занятий, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении практических занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

При выполнении практических занятий используется технология коллективного взаимодействия. Занятия проводятся в виде обсуждения полученного задания, при этом студенты работают совместно с последующим групповым анализом полученных результатов. Например, структуру сплавов определяет каждый студент при изучении экспериментальных образцов, а анализ полученных результатов по единичным показателям, выполненных отдельными студентами, проводится групповым методом.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к индивидуальной проработке тем в процессе написания рефератов, выполнения индивидуальных заданий, в процессе подготовки к контрольным работам и итоговой аттестации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Оценочные средства для проведения текущего контроля в виде аудиторной контрольной работы (АКР)

Перечень тем для подготовки к семинарским занятиям:

АКР № 1. Рассчитать термодинамические условия возможности протекания коррозии по свободной энергии Гиббса на границе раздела атмосфера CO-CO_2 (рис. 1) со сталью с определением изобарно-изотермического потенциала (ИИП) – G (другим вариантом названия является свободная энтальпия – T). Возможность протекания химической коррозии определяется следующими значениями изменения ИИП:

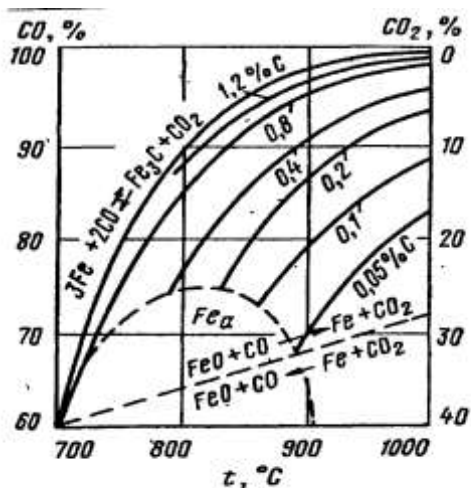


Рис. Кривые равновесия атмосферы CO + CO₂ со сталью

Рис. 1

- $\Delta G < 0$ – возможно протекание коррозии;
- $\Delta G > 0$ – химическая коррозия невозможна;
- $\Delta G = 0$ – система находится в равновесии.

АКР № 2. Определить возможность протекания газовой – реакция окисления – металл – кислород:



$\Delta G = 2,303RT \lg(1/P_{O_2}^{mn/4}) + \Delta G^0_T$, где P_{O_2} – исходное состояние парциального давления кислорода, атм; m – количество атомов металла в молекуле окисла; n – валентность

$$\Delta G^0_T = 2,303RT \lg K_p \text{ (} K_p \text{ определяется при } P_{O_2} = 1 \text{ атм).}$$

- $\Delta G < 0$ – возможно протекание коррозии;
- $\Delta G > 0$ – химическая коррозия невозможна;
- $\Delta G = 0$ – система находится в равновесии.

АКР № 3. Расчитать вероятность протекания химической коррозии по методу М.И. Темкина, М.Х. Карапетьянц и Л.А. Шварцмана, используя вспомогательные данные табл. 1 и 2.

Следует расчитать изменение изобарно-изотермического потенциала:

$\Delta G_T = \Delta H^0_{298} + T\Delta S^0_{298} - (M_0\Delta a + M_1\Delta b + M_2\Delta c + M_2\Delta c')T$, где ΔH^0_{298} – нулевой тепловой эффект реакции, ΔS^0_{298} – алгебраическая сумма стандартных энтропий реакции, коэффициенты M_i определяют по табл.1:

Таблица 1

Величины M_i для вычисления термодинамических функций по методу М. И. Темкина и Л. А. Шварцмана

T, K	M ₀	M ₁ 10 ⁻³	M ₂ 10 ⁻⁶	M ₂ 10 ⁵	T, K	M ₀	M ₁ 10 ⁻³	M ₂ 10 ⁻⁶	M ₂ 10 ⁵
300	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1700	0,9162	0,5780	0,4424	0,3824
400	0,0392	0,0130	0,0043	0,0364	1800	0,9635	0,6265	0,5005	0,3915
500	0,1133	0,0407	0,0149	0,0916	1900	1,0090	0,6752	0,5619	0,3998
600	0,1962	0,0759	0,0303	0,1423	2000	1,0525	0,7240	0,6265	0,4072
700	0,2794	0,1153	0,0498	0,1853	2100	1,0940	0,7730	0,6948	0,4140
800	0,3597	0,1574	0,0733	0,2213	2200	1,1340	0,8220	0,7662	0,4203
900	0,4361	0,2012	0,1004	0,2521	2300	1,1730	0,8711	0,8411	0,4260
1000	0,5088	0,2463	0,1134	0,2783	2400	1,2100	0,9203	0,9192	0,4314
1100	0,5765	0,2922	0,1652	0,2988	2500	1,2460	0,9696	1,0008	0,4363
1200	0,6410	0,3389	0,2029	0,3176	2600	1,2800	1,0189	1,0856	0,4408
1300	0,7019	0,3860	0,2440	0,3340	2700	1,3140	1,0683	1,1738	0,4450

1400	0,7595	0,4336	0,2886	0,3484	2800	1,3460	1,1177	1,2654	0,4490
1500	0,8141	0,4814	0,3362	0,3610	2900	1,3775	1,1672	1,3603	0,4527
1600	0,8665	0,5296	0,3877	0,3723	3000	1,4080	1,2166	1,4585	0,4562

Если вода насыщена труднорастворимым электролитом $Me_m A_n$, растворимым по реакции: $Me_m A_n(т) = mMe^{n+}_{(водн.)} + nA^{m-}_{(водн.)}$, то в равновесном состоянии изменение изобарно-изотермического потенциала равно: $(\Delta G^0_{298})_{Me_m A_n(т)} = m\Delta G^0_{Me^{n+}} + n\Delta G^0_{A^{m-}} + 2,303RT \lg L_{Me_m A_n}$. Упрощенные зависимости по М.Х. Карапетянцу выглядят следующим образом: $\Delta G_{298} = A\Delta H^0_{298} + B$ для реакций образования некоторых веществ при 298К; коэффициенты А и В приведены в табл. 2.

Таблица 2

Постоянные А и В

Реакция	Постоянные	
	А	В
$(m/n) Me(т) + S + 2O_2(г) = (1/n) Me_m (SO_4)_n(т)$	0,990	23,53
$(1/n) Me(т) + (1/2)N_2(г) + (3/2)O_2(г) = (1/n) Me(NO_3)_n(т)$	0,981	21,42
$(m/n) Me(т) + C(графит) + (3/2)O_2(г) = (1/2) Me_m (CO_3)_n(т)$	0,985	15,54
$(m/n) Me(т) + Si(т) + (3/2)O_2(г) = (1/n) Me_m (SiO_3)_n(т)$	0,993	17,92
$(m/n) Me(т) + (1/2)O_2(г) + (1/2)H_2(г) = (1/n) Me_m (OH)_n(т)$	0,994	9,98
$(m/n) Me(т) + (1/2)O_2(г) = (1/n) Me_m O_n(т)$	0,990	6,08
$(m/n) Me(т) + (1/2)N_2(г) = (1/n) Me_m N_n(т)$	0,960	3,88
$(1/n) Me(т) + (1/2)F_2(г) = (1/n) MeF_n(т)$	0,980	3,54
$(1/n) Me(т) + (1/2)Cl_2(г) = (1/n) MeCl_n(т)$	0,985	4,37
$(1/n) Me(т) + (1/2)Br_2(г) = (1/n) MeBr_n(т)$	0,983	1,10
$(1/n) Me(т) + (1/2)I_2(г) = (1/n) MeI_n(т)$	0,982	-0,56
$(m/n) Me(т) + S = (1/n) Me_m S_n(т)$	0,990	0,17

АКР № 4. Рассчитать обратимый равновесный потенциал металла (V_{Me})

$(V_{Me}) = (V_{Me})^0_{обр.} + RT/(nF) + RT \ln a_{Me^{n+}}/(nF)$, где n – валентность ионов; F – постоянная Фарадея (23062 кал/(г-эquiv)); R – универсальная газовая постоянная; T – абсолютная температура, К; $a_{Me} = m_{(Me^{n+})}$ – активность ионов металла в растворе.

АКР № 5. Определить значения стандартных потенциалов металлов

$\varphi^0 = (V_{Me})^0_{обр.} - V(0)$, где V(0) – нулевой потенциал; $(V_{Me})^0_{обр.}$ – нулевой обратимый равновесный потенциал (см. АКР № 4) – представлены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Значения нулевых потенциалов V(0) некоторых металлов

Среда	V(0), В			
	Ag	Hg	Pb	Fe
Водные растворы	(-) 0,02 – (-) 0,70	- 0,20	(-) 0,56 – (-) 0,69	- 0,37
Расплав	- 0,40	- 0,20	(-) 0,45 – (-) 0,57	-

Таблица 4

Стандартные потенциалы металлов в водных растворах при 25°C

	Металл			
	Ag	Hg	Pb	Fe
$\varphi^0, В$	+ 0,79	+ 1,00	+ 0,54	- 0,44

АКР № 6. Построить поляризационные кривые при электрохимической коррозии типа V-i и Gi – ΔV (см. рис. 2).

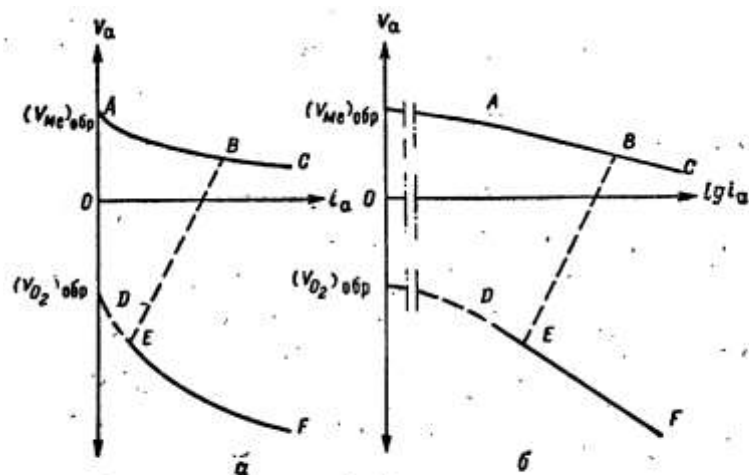


Рис. 2. Анодные поляризационные кривые:
 а — в координатах $i_a - V_a$; б — в координатах $lg i_a - V_a$ [(V_{Me})_{обр};
 ABC — перенапряжение ионизации металла; BE — пассивирование металла;
 (V_{O_2})_{обр} DEF — перенапряжение анодного выделения кислорода]

Значения перенапряжения (B) ионизации металлов в растворах соответствующих серно-кислых солей при $i_a = 0,002 \text{ A/cm}^2$:

Fe — 1,66	Cu — 0,02
Ni — 1,60	Zn — 0,01
Co — 0,02	Cd — 0,00
Pb — 0,30	

АКР № 7. Рассчитать количественные показатели коррозии (для условий, заданных преподавателем):

- массивный показатель коррозии — $\rho = \Delta m / (S\tau)$, Δm — убыль массы корродированного металла, г; S — площадь поверхности корродированного металла, m^2 ; τ — время, ч; размерность — $\text{г}/(\text{m}^2\text{ч})$ или $\text{кг}/(\text{дм}^2\text{с})$;

- глубинный показатель коррозии, мм/год — $\Pi = 8,76\rho/d$, где d — плотность металла, $\text{г}/\text{см}^3$;

- электрохимическая скорость коррозии I , $\text{A}/\text{см}^2$ — $I = 2,68 \times 10^{-3} \rho n/A$, где n — количество электронов, теряемых атомом металла; A — атомная масса металла, г/моль.

АКР № 8. Что называют ингибитором? Рассчитать (по заданию преподавателя) эффективность действия ингибитора: $Z = (\rho_0 - \rho_1) / \rho_0$, где ρ_0 — растворение металла в среде без ингибитора, ρ_1 — растворение металла в среде с ингибитором, Z — защитное действие.

АКР № 9. Определить возможность образования сплошной окисной пленки на поверхности металла:

- объем оксида на поверхности металла: $V_{ок} = M_{Me_nO_m} / d_{Me_nO_m}$, где M — мольная масса оксида Me_nO_m , $d_{Me_nO_m}$ — плотность оксида — Me_nO_m ;

- объем израсходованного металла: $V_{ме} = nM_{ме} / d_{ме}$, где $M_{ме}$ — мольная масса металла; $d_{ме}$ — плотность металла; n — количество электронов, отдаваемых атомом металла;

- коэффициент сплошности (K):

$$K = V_{ок} / V_{ме} = (M_{Me_nO_m} / d_{Me_nO_m}) / (nM_{ме} / d_{ме}).$$

При $V_{ок} / V_{ме} < 1$ образуются рыхлые пленки со слабыми защитными свойствами, при $V_{ок} / V_{ме} > 1$ образуются сплошные устойчивые окисные пленки, замедляющие коррозию.

АКР № 10. Перечислите металлы с рыхлыми и сплошными окисными пленками, объясните причины такого их поведения, а также исключения из правила, приведенного в АКР № 9.

АКР № 11. Приведите химические реакции газовой коррозии, коррозии во влажной среде, обезуглероживания поверхности высокоуглеродистой стали.

АКР № 12. Какие продукты образуются при действии воды на магний? Варианты возможных ответов:

1) MgO и H₂; 2) MgH₂ и O₂; 3) Mg(OH)₂ и O₂; 4) Mg(OH)₂ и H₂; 5) MgO и O₂.

Методические рекомендации для подготовки к семинару

Семинар - вид групповых занятий по какой-либо научной, учебной и другой проблематике, активное обсуждение участниками заранее подготовленных сообщений, докладов и т.п. С тематикой семинаров студенты знакомятся заранее. Алгоритм подготовки к семинару следующий: выбрав тему, студент составляет свой план-график подготовки к семинару. Для приобретения широкого видения проблемы студент старается осмыслить ее в общем объеме; познакомиться с темой по базовому учебному пособию или другой основной рекомендуемой литературе; выявить основные идеи, раскрывающие данную проблему; сверить их определения со справочниками, энциклопедией; подготовить план-конспект раскрытия данной проблемы; выявить неясные вопросы и подобрать дополнительную литературу для их освещения; составить тезисы выступления на отдельных листах для последующего внесения дополнений и подготовить доклад или реферат для сообщения на семинаре; проанализировать собранный материал для дополнительной информации по темам семинара; готовясь к выступлению на семинаре, по возможности проконсультироваться с преподавателем; относиться к собранному материалу, как к источнику будущих исследований.

Семинарские занятия расширяют и закрепляют знания, заложенные в теории предмета. На них выносятся вопросы, особенно необходимые для практики, или проблемные вопросы, которые возможно решить только в процессе сотрудничества. Среди обязательных требований к семинару - предварительное ознакомление с темой, вопросами и литературой по данной теме.

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает семинар-дискуссия, где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента; обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки; для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Также в семинар включаются вопросы для интеллектуальной разминки (иногда это дискуссионная статья, по которой ставятся проблемные вопросы); дискуссия может развертываться заочно как круговой семинар. Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проходит "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике. На сессии преподаватель обобщает результаты проделанной студентом работы.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным вопросам изучаемого предмета.

Семинар-исследование предполагает предварительную работу - написание реферата, доклада по итогам опытной работы. Участие в нем - это, прежде всего, диалог студента с преподавателем. Результаты обсуждаются на семинаре с наглядным показом исследовательского материала (схемы, таблицы, графики, диагностические методики). Частично материал может быть включен в ВКР. При подготовке к семинар-исследованию студент изучает результаты теоретических исследований, составляет библиографию по теме, учится писать обзоры по технической задаче-проблеме.

Проблемный семинар готовится преподавателем достаточно основательно: подбираются проблемные и контрольно-проверочные вопросы. Такой семинар возможен

только после прохождения темы. К нему студенты готовятся по литературным источникам: монографии, справочники, словари, журналы. К проблемному семинару просматривается литература в рамках различных исследовательских школ (например "Традиционные и нетрадиционные подходы к проблеме").

Наибольшую эффективность приносят семинары, проводимые в форме коллективной познавательной деятельности, имеющей определенные особенности, а именно:

- разделение студентов на группы по их желанию (с обязательным участием студента с устойчивым интересом к данному предмету);
- постановка общих целей и задач для группы;
- работа в последовательности - индивидуальная, парная (чаще всего перекрестный опрос), работа в группе, коллективная;
- обязательное предварительное ограничение по времени каждого этапа занятий;
- экспертный анализ с расчетом коэффициента конкордации;
- оценка работы группы преподавателем;
- проведение самооценки.

Примерный перечень тем рефератов в виде индивидуальных домашних задач (ИДЗ)

ИДЗ № 1 «Общие вопросы коррозии металлов и защиты от нее»

1. Понятие о коррозии металлов как о научной дисциплине.
2. Вред коррозии и значение защиты металлов для народного хозяйства России.
3. Классификация коррозионных процессов по условиям протекания.
4. Классификации коррозионных разрушений.
5. Основные факторы коррозии металлов.

ИДЗ № 2 «Термодинамика коррозионных процессов»

1. Положение элементов в периодической системе элементов, термодинамическая активность металлов, состав и структура металлов, наличие в металле механических повреждений и напряжений и др.
2. Термодинамика химической коррозии.
3. Оценка газовой коррозии металлов по величинам изменения энергии Гиббса.

ИДЗ № 3 «Химическая коррозия металлов»

1. Механизм химической коррозии металлов.
2. Адсорбция окислителей на металлах.
3. Образование пленки продуктов коррозии на металлах.
4. Кинетика и механизм газовой коррозии.

ИДЗ № 4 «Электрохимическая коррозия - 1»

1. Электродные потенциалы металлов и электрохимический механизм коррозии металлов. Потенциалы металлов в электролитах и факторы, влияющие на их величину.
2. Электрохимический механизм коррозии металлов. Термодинамика электрохимической коррозии металлов.
3. Оценка термодинамической устойчивости металлов на основе диаграмм потенциал – кислотность.
4. Кинетика электродных процессов и работа гальванического коррозионного элемента.
5. Влияние различных факторов на кинетику электродных процессов. Анализ коррозионного процесса с точки зрения работы короткозамкнутого гальванического элемента.

ИДЗ № 5 (Электрохимическая коррозия – 2»

1. Поляризационные кривые. Анодный процесс электрохимической коррозии металлов. Различные факторы, определяющие деполяризацию анода при коррозии.
2. Катодный процесс электрохимической коррозии. Коррозионные процессы с кислородной или водородной деполяризацией. Многоэлектродные системы и структурная коррозия.
3. Пассивность металлов. Термодинамическая устойчивость металлов, состав и структура сплава, состояние поверхности.
4. Влияние на скорость электрохимической коррозии радиоактивного, ультразвукового и микробиологического воздействия.
5. Анодирование алюминия.

ИДЗ № 6 «Виды коррозионных разрушений»

1. Коррозионно-механическое разрушение металлов и локальная коррозия. Влияние статических напряжений на электрохимическое поведение сплавов и на скорость коррозии.
2. Коррозионное растрескивание. Коррозионная усталость металлов. Коррозия при трении и кавитации. Основные виды локальной коррозии – щелевая, точечная и межкристаллитная коррозия.

ИДЗ № 7 «Защита металлов от коррозии»

1. Защита от коррозии воздействием на металл. Коррозионное легирование.
2. Металлические защитные покрытия.
3. Неметаллические защитные покрытия.
4. Ингибиторы коррозии и антикоррозионные смазки.
5. Электрохимическая защита металлов.
6. Защита от коррозии обработкой коррозионной среды.
7. Основные типы конструкционных материалов, заменяющих металлы в агрессивных средах.

ИДЗ № 8 «Коррозия неметаллических материалов»

1. Неорганические конструкционные материалы: силикатные материалы; керамические материалы; вяжущие материалы.
2. Коррозионностойкие неметаллические материалы на основе органических соединений: полимеры, пластмассы, каучуки и резины, графитовые материалы.
3. Стабильность физико-механических свойств полимерных материалов.
4. Определение показателей скорости коррозии.
5. Построение коррозионных диаграмм и поляризационных кривых.

ИДЗ № 9 «Влияние внешних факторов эксплуатации материалов, изделий и оборудования на коррозионные процессы»

1. Влияние условий эксплуатации на коррозию оборудования.
2. Влияние температуры на скорость газовой коррозии металлов.

ИДЗ № 10 «Исследование коррозионных процессов»

1. Изучение основных видов электрохимической коррозии.
2. Определение скорости коррозии металлов сплавов объемным методом.

ИДЗ № 11 «Особенности применения лакокрасочных покрытий для защиты от коррозии. Старение полимеров»

1. Защита стали от коррозии лакокрасочным покрытием с предварительным фосфатированием.
2. Старение полимеров и способы защиты.

Методические рекомендации по написанию и защите рефератов

Реферат - (от латинского *referro* - сообщаю, докладываю) - краткое изложение в письменном виде содержания исследования по выбранной проблеме. Реферат - это своеобразный отчет о самостоятельном изучении материала, анализе теоретических источников и практической деятельности по выбранной теме. В реферате автор раскрывает суть исследуемой проблемы; приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Содержание реферата должно быть логичным, а изложение материала носить проблемно-тематический характер. Защита реферата предполагает предварительную выдачу преподавателем или выбор аттестуемым интересующей его темы, последующее глубокое изучение избранной для реферата проблемы, изложение выводов по теме реферата. Защита реферата, как форма самостоятельной работы студента в рамках заданной тематики, позволяет аттестуемому закрепить и углубить навыки самостоятельной работы по освоению учебной программы дисциплины (модуля).

Реферат должен иметь определенную структуру, которая включает набор обязательных и необязательных элементов. Общие требования к оформлению реферата: поля - левое – 2,5 см; верхнее, правое, нижнее – 2 см, шрифт – 14, интервал – полуторный; Times New Roman. Общее число страниц реферата (без списка использованных источников и приложений) – не менее 25 страниц. Обязательными элементами реферата являются:

1. Титульный лист.
2. Оглавление.
3. Введение.
4. Основная часть документа.
5. Заключение.
6. Список использованных источников (литература, сайты и т.д.).

Необязательными элементами являются:

1. Перечни условных обозначений, сокращений и терминов.
2. Приложения.

Титульный лист служит обложкой документа и должен содержать следующие сведения:

1. Наименование вышестоящей организации – Министерство образования и науки Российской Федерации.
2. Наименование организации, где выполнялась работа – ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. Кафедра ТМиЛП.
3. Наименование работы: (реферат).
4. Тема.
5. Сведения об авторе: фамилия, инициалы, группа.
6. Населенный пункт и год выполнения работы – г. Магнитогорск, 2016 г. (например).

Оглавление включает: - введение; - наименования всех глав разделов, подразделов, пунктов; - заключение; - список использованных информационных источников (литература, сайты и т.д.), приложения (при наличии). Строки оглавления заканчиваются указанием номеров страниц, на которых расположено начало соответствующей части реферата.

Введение должно содержать краткую оценку состояния исследуемого вопроса, проблемы и актуальности выбранной темы, цели и задачи исследований, объекта и предмета исследований, используемые методы, методики и технологии, оценку практической значимости полученных результатов. Объем введения должен быть не более 3-5 страниц печатного текста.

В основной части приводят данные, отражающие сущность и основные результаты выполненной работы. Основная часть должна содержать: а) обоснование выбранной темы

(направления исследования), методы решения задачи, описание выбранной методики проведения эксперимента; б) процесс теоретических или экспериментальных исследований; в) обобщение и оценку результатов исследований, включающих оценку полноты решения поставленной задачи.

Заключение должно содержать краткие выводы по результатам выполненных исследований и оценку полноты решения поставленных задач.

Список использованных информационных источников (литература, сайты и т.д.) должен быть составлен в соответствии с требованиями ГОСТ 7.05-2008 и содержать библиографические сведения о литературных источниках.

В приложения могут быть включены - иллюстрации вспомогательного характера; - инструкции, методики и т.п.

Работа должна быть логически выдержана, в ней соблюдается единство стиля изложения, обеспечена орфографическая, синтаксическая, стилистическая грамотность.

Качество реферата оценивается преподавателем.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за семестр и проводится в форме экзамена.

Данный раздел состоит из двух пунктов:

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Код и содержание компетенции: ПК-4 – способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - основные методы исследования коррозионных процессов, протекающих в металлах и сплавах; - физико-химические процессы, определяющие защиту металлов от коррозии; - методы модификации поверхности для защиты металлов и сплавов от коррозии 	<p>Перечень теоретических вопросов к экзамену (ИДЗ № 1-4)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие о коррозии металлов как о научной дисциплине. 2. Вред коррозии и значение защиты металлов для народного хозяйства России. 3. Классификацию коррозионных процессов по условиям протекания. 4. Классификацию коррозионных разрушений. 5. Основные факторы коррозии металлов. 6. Положение элементов в периодической системе элементов, термодинамическую активность металлов, состав и структура металлов, наличие в металле механических повреждений и напряжений и др. 7. Термодинамику химической коррозии. 8. Оценку газовой коррозии металлов по величинам изменения энергии Гиббса. 9. Механизм химической коррозии металлов. 10. Адсорбцию окислителей на металлах. 11. Образование пленки продуктов коррозии на металлах. 12. Кинетику и механизм газовой коррозии. 13. Электродные потенциалы металлов и электрохимический механизм коррозии металлов. Потенциалы металлов в электролитах и факторы, влияющие на их величину. 14. Электрохимический механизм коррозии металлов. Термодинамику электрохимической коррозии металлов.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - применять методы исследования коррозионных процессов, протекающих в металлах и сплавах; - использовать извест- 	<p>Примерные практические задания для экзамена (АКР № 1-4)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Рассчитывать термодинамические условия (исходные данные - по заданию преподавателя, рис. 1) возможности протекания коррозии по свободной энергии Гиббса на границе раздела атмосфера СО-СО₂ со сталью с определением изобарно-изотермического потенциала (ИИП) – G (другим вариантом названия является свободная энтальпия – T). Возможность протекания химической

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>ные физико-химические процессы для защиты металлов от коррозии;</p> <p>- правильно выбирать методы модификации поверхности для защиты металлов и сплавов от коррозии</p>	<p>коррозии определяется следующими значениями изменения ИИП:</p> <p>$\Delta G < 0$ – возможно протекание коррозии;</p> <p>$\Delta G > 0$ – химическая коррозия невозможна;</p> <p>$\Delta G = 0$ – система находится в равновесии.</p> <p>2. Определять возможность протекания газовой коррозии (исходные данные - по заданию преподавателя) – реакция окисления – металл – кислород:</p> <p>$m\text{Me}(\text{r}) + (mn/4)\text{O}_2(\text{r}) = \text{Me}_m\text{O}_{mn/2}$ при $P, T = \text{const.}$</p> <p>$\Delta G = 2,303RT \lg(1/P_{\text{O}_2}^{mn/4}) + \Delta G_{\text{T}}^0$, где P_{O_2} – исходное состояние парциального давления кислорода, атм; m – количество атомов металла в молекуле окисла; n - валентность</p> <p>$\Delta G_{\text{T}}^0 = 2,303RT \lg K_p$ (K_p определяется при $P_{\text{O}_2} = 1$ атм).</p> <p>$\Delta G < 0$ – возможно протекание коррозии;</p> <p>$\Delta G > 0$ – химическая коррозия невозможна;</p> <p>$\Delta G = 0$ – система находится в равновесии.</p> <p>3. Рассчитывать вероятность протекания химической коррозии по методу М.И. Темкина и Л.А. Шварцмана, используя вспомогательные данные табл. 1 и 2.</p> <p>4. Рассчитывать обратимый равновесный потенциал металла (V_{Me})</p> <p>$(V_{\text{Me}}) = (V_{\text{Me}})_{\text{обр.}}^0 + RT/(nF) + RT \ln a_{\text{Me}^{n+1}}/(nF)$, где n – валентность ионов; F – постоянная Фарадея (23062 кал/(г-эquiv)); R – универсальная газовая постоянная; T – абсолютная температура, К; $a_{\text{Me}^{(n+\gamma)}}$ – активность ионов металла в растворе.</p>
Владеть	<p>- навыками по применению методов исследования коррозии металлов и сплавов;</p> <p>- технологическими приемами защиты металлов от коррозии;</p> <p>- практикой модифика-</p>	<p>Задание на решение задач из профессиональной области, комплексные задания (АКР № 1-4)</p> <p>1. Методами расчета термодинамических условий (исходные данные - по заданию преподавателя, рис. 1) возможности протекания коррозии по свободной энергии Гиббса на границе раздела атмосфера CO-CO₂ со сталью с определением изобарно-изотермического потенциала (ИИП) – G (другим вариантом названия является свободная энтальпия – T). Возможность протекания химической коррозии определяется следующими значениями изменения ИИП:</p> <p>$\Delta G < 0$ – возможно протекание коррозии;</p> <p>$\Delta G > 0$ – химическая коррозия невозможна;</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	ции поверхности для защиты металлов и сплавов от коррозии	<p>$\Delta G = 0$ – система находится в равновесии.</p> <p>2. Правилами определения возможности протекания газовой коррозии (исходные данные - по заданию преподавателя, рис. 2) – реакция окисления – металл – кислород: $m\text{Me}(\text{r}) + (mn/4)\text{O}_2(\text{r}) = \text{Me}_m\text{O}_{mn/2}$ при $P, T = \text{const}$. $\Delta G = 2,303RT \lg(1/P_{\text{O}_2}^{mn/4}) + \Delta G_{\text{T}}^0$, где P_{O_2} – исходное состояние парциального давления кислорода, атм; m – количество атомов металла в молекуле окисла; n – валентность $\Delta G_{\text{T}}^0 = 2,303RT \lg K_p$ (K_p определяется при $P_{\text{O}_2} = 1$ атм). $\Delta G < 0$ – возможно протекание коррозии; $\Delta G > 0$ – химическая коррозия невозможна; $\Delta G = 0$ – система находится в равновесии.</p> <p>3. Расчетным способом установления вероятности протекания химической коррозии по методу М.И. Темкина и Л.А. Шварцмана, используя вспомогательные данные табл. 1 и 2.</p> <p>4. Навыками расчета обратимого равновесного потенциала металла (V_{Me}) $(V_{\text{Me}}) = (V_{\text{Me}})_{\text{обр}}^0 + RT/(nF) + RT \ln a_{\text{Me}^{n+1}}/(nF)$, где n – валентность ионов; F – постоянная Фарадея (23062 кал/(г-эquiv)); R – универсальная газовая постоянная; T – абсолютная температура, К; $a_{\text{Me}} = m(\text{Me}^{(n+\gamma)})$ – активность ионов металла в растворе.</p>
<p>Код и содержание компетенции: ПК-5 - готовностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производств, обработки и модификации</p>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - основные положения по комплексным исследованиям и испытаниям, в том числе стандартным и сертификационным; - технологию производства, обработки и модификацию поверхности 	<p>Перечень теоретических вопросов к экзамену (ИДЗ № 4-7)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Оценки термодинамической устойчивости металлов на основе диаграмм потенциал – кислотность. 2. Кинетику электродных процессов и работу гальванического коррозионного элемента. 3. Влияние различных факторов на кинетику электродных процессов. Анализ коррозионного процесса с точки зрения работы короткозамкнутого гальванического элемента. 4. Поляризационные кривые. Анодный процесс электрохимической коррозии металлов. Различные факторы, определяющие деполяризацию анода при коррозии. 5. Катодный процесс электрохимической коррозии. Коррозионные процессы с кислородной или водородной деполяризацией. Многоэлектродные системы и структурную коррозию.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>металлов и сплавов для защиты от коррозии;</p> <p>- методы определения экономии металла при его защите от коррозии</p>	<p>6. Пассивность металлов. Термодинамическую устойчивость металлов, состав и структуру сплава, состояние поверхности.</p> <p>7. Влияние на скорость электрохимической коррозии радиоактивного, ультразвукового и микробиологического воздействия.</p> <p>8. Механизм коррозионно-механического разрушение металлов и локальной коррозии. Влияние статических напряжений на электрохимическое поведение сплавов и на скорость коррозии.</p> <p>9. Коррозионное растрескивание. Коррозионную усталость металлов. Коррозию при трении и кавитации. Основные виды локальной коррозии – щелевая, точечная и межкристаллитная коррозия.</p> <p>10. Защиту от коррозии воздействием на металл. Коррозионное легирование.</p> <p>11. Металлические защитные покрытия.</p> <p>12. Неметаллические защитные покрытия.</p> <p>13. Ингибиторы коррозии и антикоррозионные смазки.</p> <p>14. Электрохимическую защиту металлов.</p>
Уметь	<p>- применять комплексные исследования и испытания, в том числе стандартные – сдаточные и сертификационные;</p> <p>- использовать современную технологию производства, обработки и модификацию поверхности металлов и сплавов для защиты от коррозии;</p> <p>- оценивать экономию металла при его защите</p>	<p>Примерные практические задания для экзамена (АКР № 5-8)</p> <p>1. Определять значения стандартных потенциалов металлов $\varphi^0 = (V_{\text{ме}})^0_{\text{обр.}} - V(0)$, где $V(0)$ – нулевой потенциал; $(V_{\text{ме}})^0_{\text{обр.}}$ – нулевой обратимый равновесный потенциал – см. табл. 3 и 4.</p> <p>2. Строить поляризационные кривые при электрохимической коррозии типа V-i и Gi – ΔV (см. рис. 2).</p> <p>3. Рассчитывать количественные показатели коррозии (для условий, заданных преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> - массивный показатель коррозии – $\rho = \Delta m / (S\tau)$, Δm – убыль массы корродированного металла, г; S – площадь поверхности корродированного металла, м²; τ – время, ч; размерность – г/(м²ч) или кг/(дм²с); - глубинный показатель коррозии, мм/год – $\Pi = 8,76\rho/d$, где d – плотность металла, г/см³; - электрохимическая скорость коррозии I, А/см² – $I = 2,68 \times 10^{-3} \rho n/A$, где n – количество электронов, теряемых атомом атомом металла; A – атомная масса металла, г/моль. <p>4. Рассчитывать (по заданию преподавателя) эффективность действия ингибитора: $Z = (\rho_0 - \rho_1)/\rho_0$, где ρ₀ – растворение металла в среде без ингибитора, ρ₁ – растворение металла в среде с ингибитором, Z – защитное действие.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	от коррозии	
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - навыками исследования и испытания коррозионных процессов; технологическими приемами производства, обработки и модификацию поверхности металлов и сплавов для защиты от коррозии; - методикой расчета экономии металла при его защите от коррозии 	<p>Задание на решение задач из профессиональной области, комплексные задания (АКР № 5-8)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Методом определения значений стандартных потенциалов металлов $\varphi^0 = (V_{\text{ме}})^0_{\text{обр.}} - V(0)$, где $V(0)$ – нулевой потенциал; $(V_{\text{ме}})^0_{\text{обр.}}$ – нулевой обратимый равновесный потенциал – см. табл. 3 и 4. 2. Правилами построения поляризационных кривых при электрохимической коррозии типа V-i и Gi – ΔV (см. рис. 2). 3. Навыками расчета количественных показателей коррозии (для условий, заданных преподавателем): <ul style="list-style-type: none"> - массивный показатель коррозии – $\rho = \Delta m / (S\tau)$, Δm – убыль массы корродированного металла, г; S – площадь поверхности корродированного металла, м²; τ – время, ч; размерность – г/(м²ч) или кг/(дм²с); - глубинный показатель коррозии, мм/год – $\Pi = 8,76\rho/d$, где d – плотность металла, г/см³; - электрохимическая скорость коррозии I, А/см² – $I = 2,68 \times 10^{-3} \rho n/A$, где n – количество электронов, теряемых атомом металла; A – атомная масса металла, г/моль. 4. Расчетным способом (по заданию преподавателя) определения эффективности действия ингибитора: $Z = (\rho_0 - \rho_1) / \rho_0$, где ρ_0 – растворение металла в среде без ингибитора, ρ_1 – растворение металла в среде с ингибитором, Z – защитное действие.
<p>Код и содержание компетенции: ПК-9 - готовностью участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами</p>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - технологию производства и обработки покрытий; - особенности переработки этих материалов с покрытиями; 	<p>Перечень теоретических вопросов к экзамену (ИДЗ № 7-11)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные положения по защите от коррозии обработкой коррозионной среды. 2. Основные типы конструкционных материалов, заменяющих металлы в агрессивных средах. 3. Неорганические конструкционные материалы: силикатные материалы; керамические материалы; вяжущие материалы. 4. Коррозионностойкие неметаллические материалы на основе органических соединений:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>- системы управления технологическими процессами</p>	<p>полимеры, пластмассы, каучуки и резины, графитовые материалы. 5. Стабильность физико-механических свойств полимерных материалов. 6. Определение показателей скорости коррозии. 7. Порядок построения коррозионных диаграмм и поляризационных кривых. 8. Влияние условий эксплуатации на коррозию оборудования. 9. Влияние температуры на скорость газовой коррозии металлов. 10. Основные виды электрохимической коррозии. 11. Определение скорости коррозии металлов сплавов объемным методом. 12. Технологию анодирования алюминия. 13. Методы защиты стали от коррозии лакокрасочным покрытием с предварительным фосфатированием. 14. Особенности старения полимеров и способы защиты.</p>
<p>Уметь</p>	<p>- эффективно применять на практике технологию производства и обработки покрытий; - перерабатывать материалы с покрытиями; - управлять технологическими процессами защиты от коррозии</p>	<p>Примерные практические задания для экзамена (АКР № 9-12)</p> <p>1. Определять возможность образования сплошной окисной пленки на поверхности металла: - объем оксида на поверхности металла: $V_{ок} = M_{Me_nO_m}/d_{Me_nO_m}$, где M – мольная масса оксида Me_nO_m, плотность оксида - Me_nO_m; - объем израсходованного металла: $V_{me} = nM_{me}/d_{me}$, где M_{me} – мольная масса металла; d_{me} – плотность металла; n – количество электронов, отдаваемых атомом металла; - коэффициент сплошности (К): $K = V_{ок}/V_{me} = (M_{Me_nO_m}/d_{Me_nO_m})/(nM_{me}/d_{me}).$ При $V_{ок}/V_{me} < 1$ образуются рыхлые пленки со слабыми защитными свойствами, при $V_{ок}/V_{me} > 1$ образуются сплошные устойчивые окисные пленки, замедляющие коррозию. 2. Определять металлы с рыхлыми и сплошными окисными пленками, объясните причины такого их поведения, а также исключения из правила, приведенного в АКР 9. 3. Применять химические реакции газовой коррозии, коррозии во влажной среде, обезуглероживания поверхности высокоуглеродистой стали. 4. Устанавливать точные варианты образования продуктов химических окислительных реакций, например ответить, что получается при действии воды на магний? Варианты возможных ответов: 1) MgO и H_2; 2) MgH_2 и O_2; 3) $Mg(OH)_2$ и O_2; 4) $Mg(OH)_2$ и H_2; 5) MgO и O_2.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - навыками производства и обработки поверхности металлов антикоррозионными покрытиями; - технологией переработки материалов с покрытиями; - приемами управления технологией защиты металлов и сплавов от коррозии 	<p>Задание на решение задач из профессиональной области, комплексные задания (АКР № 9-12)</p> <p>1. Методами определения возможности образования сплошной окисной пленки на поверхности металла:</p> <ul style="list-style-type: none"> - объем оксида на поверхности металла: $V_{ок} = M_{Me_nO_m} / d_{Me_nO_m}$, где M – мольная масса оксида Me_nO_m, плотность оксида - Me_nO_m; - объем израсходованного металла: $V_{me} = nM_{me} / d_{me}$, где M_{me} – мольная масса металла; d_{me} – плотность металла; n – количество электронов, отдаваемых атомом металла; - коэффициент сплошности (К): $K = V_{ок} / V_{me} = (M_{Me_nO_m} / d_{Me_nO_m}) / (nM_{me} / d_{me}).$ <p>При $V_{ок} / V_{me} < 1$ образуются рыхлые пленки со слабыми защитными свойствами, при $V_{ок} / V_{me} > 1$ образуются сплошные устойчивые окисные пленки, замедляющие коррозию.</p> <p>2. Правилами существования металлов с рыхлыми и сплошными окисными пленками, объяснением причины такого их поведения, а также исключения из правила, приведенного в АКР 9.</p> <p>3. Химическими реакциями газовой коррозии, коррозии во влажной среде, обезуглероживания поверхности высокоуглеродистой стали.</p> <p>4. Навыками выбора продуктов реакции при действии воды на магний? Варианты возможных ответов:</p> <p>1) MgO и H_2; 2) MgH_2 и O_2; 3) $Mg(OH)_2$ и O_2; 4) $Mg(OH)_2$ и H_2; 5) MgO и O_2.</p>

Методические рекомендации для подготовки к экзамену

Экзамен является неотъемлемой частью учебного процесса и призван закрепить и упорядочить знания студента, полученные на занятиях и самостоятельно. Кроме того, подготовка к экзамену направлена на применение полученных знаний для решения практических задач по специальности, профилю подготовки. На проведение экзамена отводятся часы занятий по расписанию.

Сдаче экзамена предшествует работа студента на лекционных, семинарских занятиях и самостоятельная работа по изучению предмета и подготовки рефератов. Отсутствие студента на занятиях без уважительной причины и невыполнение заданий самостоятельной работы является основанием для недопущения студента к экзамену.

Подготовка к экзамену осуществляется на основании методических рекомендаций по дисциплине и списка вопросов изучаемой дисциплины, конспектов лекций, учебников и учебных пособий, научных статей, информации среды интернет.

За 3-4 дня подготовки обучаемый должен систематизировать знания, полученные в течение семестра. Вначале следует просмотреть весь материал дисциплины (модуля) и отметить трудные для себя вопросы. Обязательно в них разобраться. В случае неудачного результата такого разбора, следует задать эти вопросы преподавателю на консультации перед экзаменом, посещение которой в этом случае является полезной и желательной. В итоге перед экзаменом целесообразно повторить основные положения дисциплины с отметкой степени усвоения материала.

Основные правила подготовки к экзамену.

1. Лучше сразу сориентироваться во всем материале и обосновано расположить весь материал согласно экзаменационным вопросам или вопросам, обсуждаемым на семинарах. Эта работа может занять много времени, но главное – это ориентирование в изучаемой дисциплине.

2. Сама подготовка не должна быть связана с «запоминанием», а в первую очередь – с переосмыслением материала, и даже рассмотрением альтернативных идей.

3. Студент должен продемонстрировать на экзамене, что он усвоил «все», что требуется по программе обучения или по программе конкретного преподавателя. Далее он может высказать иные, но аргументированные точки зрения.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

– на оценку **«неудовлетворительно»** – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, то есть студент освоил более 50% учебного материала и может сформулировать основные понятия и определения по дисциплине;

– на оценку **«хорошо»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, то есть студент освоил более 60% учебного материала и может сформулировать все основные понятия и определения по дисциплине и кроме этого самостоятельно подготовил оригинальную творческую работу (реферат) и способен четко изложить ее суть, выводы, ответить на вопросы;

– на оценку **«отлично»** – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, то есть студент освоил более 70% учебного материала, т. е. может сформулировать все основные понятия и определения по дисциплине и кроме этого самостоятельно подготовил оригинальную творческую работу (реферат) и способен четко изложить ее суть, выводы, ответить на вопросы; кроме этого студент, претендующий на отличную оценку, должен продемонстрировать аналитическое,

нестандартное мышление, креативность и находчивость в ответах на дополнительные, усложненные вопросы преподавателя в рамках изучаемой дисциплины.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Ракоч, А.Г. Коррозия и защита металлов : газовая коррозия металлов : учебное пособие / А.Г. Ракоч, Ю.А. Пустов, А.А. Гладкова. — Москва : МИСИС, 2013. — 56 с. — ISBN 978-5-87623-733-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117238> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Пустов, Ю.А. Перспективные коррозионно-стойкие материалы и технологии защиты металлов от коррозии: Аморфные и нанокристаллические материалы (методы получения, структура и коррозионная стойкость): учебное пособие/Ю.А. Пустов. – Москва: МИСИС, 2010. – 70 с. – ISBN 978-5-87623-383-7. – Текст: электронный//Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/117235> (дата обращения: 01.09.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература

1. Кошкин, Б.В. Сертификация и стандартизация защиты от коррозии : учебно-методическое пособие / Б.В. Кошкин ; под редакцией А.В. Дуба. — Москва : МИСИС, 2009. — 107 с. — ISBN 978-5-87623-232-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116810> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Пустов, Ю.А. Коррозия и защита металлов в газовых средах: учебное пособие/Ю.А. Пустов, А.Г. Ракоч, В.А. Баутин. – Москва: МИСИС, 2009. – 101 с. – ISBN 978-5-87623-283-0. – Текст: электронный//Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/117233> (дата обращения: 01.09.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Пустов, Ю.А. Коррозия и защита металлов : учебное пособие / Ю.А. Пустов, А.Г. Ракоч, В.А. Баутин. — Москва : МИСИС, 2011. — 153 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117231> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
7 Zip	свободно распространяемое	бессрочно

1. Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»: <https://dlib.eastview.com/>

2. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ): URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

3. Поисковая система Академия Google (Google Scholar): URL: <https://scholar.google.ru/>

4. Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам: URL: <http://window.edu.ru/>

5. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»: URL: <http://www1.fips.ru/>
6. Российская Государственная библиотека. Каталоги: <https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/>
7. Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp>
8. Университетская информационная система РОССИЯ: <https://uisrussia.msu.ru>
9. Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»: <http://webofscience.com>
10. Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»: <http://scopus.com>
11. Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals: <http://link.springer.com/>
12. Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols: <http://www.springerprotocols.com/>
13. Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference: <http://www.springer.com/references>
14. Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный концорциум» (НП НЭИКОН): <https://archive.neicon.ru/xmlui/>

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

При чтении лекций и входе практических занятий используется иллюстративный материал в виде плакатов, чертежей, атласов по коррозии и методам защиты.

Лекции читаются с использованием мультимедийного оборудования, презентационных материалов.

На всех практических занятиях студенты работают совместно с последующим групповым анализом полученных результатов (коллективное взаимодействие по технологии активного обучения).

Для выполнения самостоятельных заданий студентам необходим персональный компьютер со стандартным пакетом Microsoft Office (Word, Excel, Power Point).

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение лаборатории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа и практических занятий	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, читальные залы библиотеки
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Станочный парк оборудования и инструменты для профилактического обслуживания и ремонта учебного оборудования