

Энгельсский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых
и пищевых производств»

Оценочные материалы по дисциплине
Б.1.2.5 «Коррозия и защита металлов от коррозии»

направление подготовки
18.03.01 «Химическая технология»

Профиль 4 «Технология химических и нефтегазовых
производств»

Энгельс 2025

Перечень компетенций и уровни их сформированности по дисциплинам (модулям), практикам в процессе освоения ОПОП ВО

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Коррозия и защита металлов от коррозии» должна сформироваться компетенция ПК-4

Критерии определения сформированности компетенции ОПК-6 на различных уровнях их формирования

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ПК-4	ПК-4 Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
ИД-4 _{ПК-4} Способен к изучению теоретических основ коррозионных процессов, современных методов исследования коррозии и защиты материалов, используя научно-техническую информацию и результаты исследований	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	Устный опрос, решение задач, вопросы для проведения зачёта, тестовые задания

Уровни освоения компетенции

Пороговый (базовый) (зачёт)	Знает: механизмы химической и электрохимической коррозии, факторы, влияющие на скорость коррозионных процессов в естественных средах (атмосфера) производственных агрессивных средах, методы защиты от коррозии. Умеет: использовать научно-техническую информацию и результаты исследований по механизму коррозионного разрушения и методам защиты материалов для обоснования выбора коррозионностойких материалов Владеет: навыками обработки научно-технической информации, организации и проведения экспериментальной работы по изучению коррозионных процессов, методами расчета основных показателей скорости коррозии в различных
--------------------------------	--

	коррозионных средах.
--	----------------------

2. Методические, оценочные материалы и средства, определяющие процедуры оценивания сформированности компетенций (элементов компетенций) в процессе освоения ОПОП ВО

2.1 Оценочные средства для текущего контроля

Вопросы для устного опроса

Тема 1. Научно-технический, экономический, социальный и экологический аспекты проблемы коррозии и защиты металлов

1. Определение коррозии.
2. Косвенные и прямые потери от коррозии.
3. Экологические последствия коррозионных разрушений (газо- и нефтепроводов, оборудования химической промышленности).
4. Классификация коррозионных процессов
 - по механизму,
 - по характеру разрушений,
 - по составу коррозионной среды

Тема 2. Коррозия в естественных условиях

1. Атмосферная коррозия.

- 1.1 Факторы, влияющие на скорость: степень загрязнения атмосферы, влажность, природа металла, температура
- 1.2 Примеры процессов

2. Подземная коррозия.

- 2.1 Коррозия металлических конструкций под землей (трубопроводы). Особенности подземной коррозии
- 2.2 Факторы, влияющие на скорость подземной коррозии: влажность, засоленность, микроорганизмы, блуждающие токи, температура.
- 2.3 Возникновение термокоррозионных макроэлементов и пар дифференциальной аэрации.

3. Морская коррозия.

- 3.1 Коррозия металлических объектов в морской, речной воде.
- 3.2 Факторы, влияющие на скорость морской коррозии: движение воды, наличие солей, биологический фактор.
- 3.3 Возникновение контакта разнородных металлов.

4. Термодинамика и кинетика коррозии металлов в газах

- 4.1 Кинетика роста оксидных пленок при газовой коррозии.
- 4.2 Факторы, влияющие на скорость газовой коррозии.
- 4.3 Жаростойкое легирование.

Тема 3. Электрохимическая коррозия металлов.

- 3.1 Кинетическая теория электрохимической коррозии.
- 3.2 Механизм электрохимической коррозии.

- 3.3 Теория локальных элементов. Основные условия возможности электрохимической коррозии.
- 3.4 Коррозия с водородной деполяризацией.
- 3.5 Коррозии с кислородной деполяризацией.
- 3.6 Анодная реакции при электрохимической коррозии.
- 3.7 Пассивное состояние металлов.
- 3.8 Поляризационная кривая для анодно-пассивирующегося металла.
- 3.9 Теории пассивного состояния: пленочная (фазовая), адсорбционная

Тема 4 Методы защиты металлов от коррозии

- 4.1 Классификация методов защиты от коррозии.
- 4.2 Защитное действие, защитный эффект
- 4.4 Классификация ингибиторов коррозии: анодные, катодные, смешанные (органические) ингибиторы.
- 4.5 Электрохимическая защита Катодная защита. Анодная защита. Области применения.
- 4.6 Защитные покрытия. Металлические защитные покрытия. Области применения. Анодные и катодные покрытия. Механизм защиты.
- 4.7 Коррозионная стойкость важнейших металлов и сплавов.
- 4.8 Влияние состава коррозионной среды и примесей на коррозионную стойкость железоуглеродистых сплавов.
- 4.9 Коррозионная стойкость меди и ее сплавов.
- 4.10 Сплавы никеля, титана, алюминия.

Тема 5 Методы исследования и контроля коррозионных процессов.

- 5.1 Количественные и качественные методы изучения коррозии.
- 5.2 Показатель скорости коррозии: объемный, массовый, глубинный, токовый. Объемный, весовой методы определения скорости коррозии.
- 5.3 Потенциостатический, гальваностатический методы.
- 5.4 Физико-химические методы исследования.

Практические задания для текущего контроля

ТЕМА 2

1. Задача. Лабораторные коррозионные испытания сплава в промышленной атмосфере дали следующие результаты: потеря массы за сутки испытаний составила 40 г/м^2 , питтинговый фактор – 1. Плотность материала – 2700 кг/м^3 . Рассчитать максимальное утоньшение в мм после годовых испытаний.
2. Задача. Лабораторные коррозионные испытания сплава в промышленной атмосфере дали следующие результаты: потеря массы за сутки испытаний составила 56 г/м^2 , питтинговый фактор – 9,2. Плотность материала – 7800 кг/м^3 . Рассчитать максимальное утоньшение в мм после годовых испытаний
3. Задача. Лабораторные коррозионные испытания сплава в промышленной атмосфере дали следующие результаты: потеря массы за сутки испытаний составила 62 г/м^2 , питтинговый фактор – 2. Плотность

материала – 9000 кг/м^3 . Рассчитать максимальное утоньшение в мм после годовых испытаний.

ТЕМА 3

1. Задача. Определить, какой анодной плотности тока соответствует массовый показатель коррозии цинка в серной кислоте, равный $0,123 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$.
2. Задача. Рассчитать равновесный потенциал цинка в растворах ZnSO_4 с концентрацией 1; 0,5 моль/л.
3. Расчёт коэффициента торможения коррозионного процесса под действием ингибитора (данные для расчёта предоставляются преподавателем)
4. Расчёт степени защиты от коррозии в присутствии ингибитора (данные для расчёта предоставляются преподавателем)
5. Анализ анодной поляризационной кривой никелевого электрода.
6. Задача. Определите, будет ли серебро, погруженное в 0,1М раствор CuCl_2 , корродировать с образованием твердого AgCl . Коэффициент активности раствора CuCl_2 равен 0,52.
7. Задача. Определить, будет ли медь корродировать в деаэрированном растворе CuSO_4 ($\text{pH} = 0$) с образованием Cu^{2+} ($a_{\text{Cu}^{2+}} = 1$) и H_2 ($P = 0,1 \text{ МПа}$). Каков ее потенциал?

8. Задача. Определить, какой анодной плотности тока соответствует массовый показатель коррозии цинка в серной кислоте, равный $0,123 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$.

ТЕМА 4

1. Задача. Определить, удовлетворяют ли условию сплошности пленки карбидов на железе и хrome (Fe_3C , Cr_3C_2). Плотность хрома $d_{\text{Cr}} = 7,16 \text{ г/см}^3$; плотность карбида хрома $d(\text{Cr}_3\text{C}_2) = 6,68 \text{ г/см}^3$; плотность железа $d_{\text{Fe}} = 7,86 \text{ г/см}^3$; плотность карбида железа $d(\text{Fe}_3\text{C}) = 8,4 \text{ г/см}^3$
2. Задача. Определить, удовлетворяют ли условию сплошности пленки оксидов на ниобии (NbO , Nb_2O_5). Плотность ниобия $d_{\text{Nb}} = 8,56 \text{ г/см}^3$; плотность $d(\text{NbO}) = 7,26 \text{ г/см}^3$; плотность $d(\text{Nb}_2\text{O}_5) = 4,5 \text{ г/см}^3$.
3. Задача. Определить, удовлетворяют ли условию сплошности пленки оксидов на алюминии. Плотность алюминия составляет $2,7 \text{ г/см}^3$; плотность оксида алюминия – $3,96 \text{ г/см}^3$.
4. Задача. Определить, удовлетворяют ли условию сплошности пленка оксида меди. Плотность меди составляет $8,93 \text{ г/см}^3$; плотность оксида меди – $6,4 \text{ г/см}^3$.
5. Задача. Определить, удовлетворяют ли условию сплошности пленка оксида на цинке. Плотность цинка составляет $7,14 \text{ г/см}^3$; плотность оксида цинка – $5,6 \text{ г/см}^3$.

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

ТЕМА 5

1. Задача. Вывести соотношение между глубинным показателем скорости коррозии (мм/год) и массовым показателем ($\text{г/м}^2 \cdot \text{сутки}$).
2. Задача. 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. По данным, представленным преподавателем, рассчитать количественные показатели скорости коррозии металлов:

$K_{\Pi}^{-} = \frac{h}{\tau}$ – глубинный показатель (средняя глубина h разрушения металла в единицу времени), мм/год;

$K_{\Pi}^{+} = \frac{\Delta h}{\tau}$ – показатель изменения толщины образца металла за счет образования пленки продуктов коррозии металла, мм/год;

$K_m^{\pm}$ – массовый показатель (изменение массы Δm в единицу времени τ , отнесенное к единице поверхности), $\text{г/м}^2 \cdot \text{ч}$;

$K_m^{-} = \frac{\Delta m_m^{-}}{S \cdot \tau}$ – отрицательный показатель изменения массы, $\text{г/м}^2 \cdot \text{ч}$;

$K_m^{+} = \frac{\Delta m_m^{+}}{S \cdot \tau}$ – положительный показатель изменения массы, $\text{г/м}^2 \cdot \text{ч}$;

$K_V = \frac{\Delta V_0}{S \cdot \tau}$ – объемный показатель, $\text{см}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$,

где S – общая площадь поверхности металла, м^2 ; τ – продолжительность испытания образца или эксплуатации изделия, ч, сутки, год ($365 \cdot 24 = 8760 \text{ ч/год}$); Δh – изменение толщины металла, мм; Δm^{-} – убыль массы образца металла, г; Δm^{+} – увеличение массы образца металла, г; ΔV_0 – объем поглощенного O_2 или выделившегося H_2 в процессе коррозии, приведенный к нормальным условиям (0°C , 760 мм рт. ст.), см^3 ;

i – токовый показатель (плотность коррозионного тока), А/м^2 :

$$i = \frac{\Delta m_m}{S \cdot \tau \cdot q_m},$$

где $q_m = \frac{A_m}{n_m \cdot F}$ – электрохимический эквивалент металла, $\text{г/А} \cdot \text{ч}$.

2.2 Оценочные средства для промежуточного контроля

Вопросы к зачёту.

1. Классификация коррозионных потерь.
2. Классификация коррозионных процессов:
 - по механизму;
 - по составу коррозионной среды;
 - по типу коррозионных разрушений.
3. Методы исследования коррозионных процессов:
 - весовой:

- объемный;
- электрохимический.
- 4. Показатели скорости коррозии.
- 5. Химическая коррозия. Термодинамика.
- 6. Кинетика роста оксидных пленок при газовой коррозии.
- 7. Факторы, влияющие на скорость газовой коррозии.
- 8. Методы защиты от газовой коррозии.
- 9. Теория жаростойкого легирования.
- 10. Механизм электрохимической коррозии.
- 11. Отличие электрохимической и химической коррозии.
- 12. Катодные процессы при электрохимической коррозии.
- 13. Коррозия с кислородной деполяризацией.
- 14. Коррозия с водородной деполяризацией.
- 15. Анодная реакция при электрохимической коррозии.
- 16. Участие анионов в анодной реакции.
- 17. Пассивное состояние металлов.
- 18. Теория пассивации металлов.
- 19. Атмосферная коррозия:
- 20. Подземная коррозия:
 - общая характеристика;
 - факторы, влияющие на скорость;
 - методы защиты;
 - особенности подземной коррозии;
 - блуждающие токи.
- 21. Морская коррозия:
 - общая характеристика;
 - факторы, влияющие на скорость;
 - методы защиты.
- 22. Классификация методов защиты от коррозии. Защитное действие, защитный эффект.
- 23. Ингибиторы коррозии: анодные; катодные; органические; летучие.
- 24. Обработка коррозионной среды с целью удаления кислорода.
- 25. Электрохимическая защита: катодная; протекторная; анодная.
- 26. Неметаллические защитные покрытия: оксидные; лакокрасочные; эмалевые; полимерные; металлополимерные.
- 27. Металлические защитные покрытия: анодные; катодные.
- 28. Коррозионная стойкость железоуглеродистых сплавов.
- 29. Коррозионная стойкость низколегированных сталей.
- 30. Нержавеющие стали: хромистые; хромоникелевые; маркировка.
- Теоретические основы коррозионностойкого легирования.
- 31. Коррозионная стойкость меди и ее сплавов.
- 32. Коррозионная стойкость алюминия и его сплавов.
- 33. Коррозионная стойкость никеля и его сплавов.
- 34. Коррозионная стойкость магния и его сплавов.
- 35. Коррозионная стойкость титана и его сплавов.

36. Коррозионная стойкость цинка и кадмия и их сплавов.
37. Коррозионная стойкость чугунов.

Практические задания для зачёта

Задание 1. Рассчитать максимальное утоньшение нанесённого защитного покрытия в мм после годовых испытаний. (Данные для расчёта выдаются преподавателем)

Задание 2. Расчёт коэффициента торможения коррозионного процесса под действием ингибитора (данные для расчёта предоставляются преподавателем)

Задание 3. Расчёт степени защиты от коррозии в присутствии ингибитора (данные для расчёта предоставляются преподавателем)

Задание 4. Анализ анодной поляризационной кривой никелевого электрода.

Задание 5. Определение, удовлетворяют ли условию сплошности пленки оксидов металлов. (данные для расчёта предоставляются преподавателем) .

Задание 6. По данным, представленным преподавателем, рассчитать количественные показатели скорости коррозии металлов

2.3. Итоговая диагностическая работа по дисциплине

Критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компетенции

Оценивание результатов обучения в форме уровня сформированности элементов компетенций проводится путем контроля во время промежуточной аттестации в форме зачета:

- а) оценка «зачтено» – компетенция(и) или ее часть(и) сформированы на базовом уровне;
- б) оценка «не зачтено» – компетенция(и) или ее часть(и) не сформированы.

Критерии, на основе которых выставляются оценки при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в табл. 1.

Оценки «Не зачтено» ставятся также в случаях, если обучающийся не приступал к выполнению задания, а также при обнаружении следующих нарушений:

- списывание;
- плагиат;
- фальсификация данных и результатов работы.

Таблица 1 – Критерии выставления оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки	Оценка	Критерий выставления оценки
Двухбалльная шкала	Зачтено	Обучающийся ответил на теоретические вопросы. Показал знания в рамках учебного материала. Выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала
	Не зачтено	Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ПК-4 Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований профессиональной деятельности

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1		Коррозия – это	ПК-4	ИД-4 _{ПК-4} Способен к изучению теоретических основ коррозионных процессов, современных методов исследования коррозии и защиты материалов, используя научно-техническую информацию и результаты исследований
2		Классификация коррозионных разрушений	ПК-4	
3		Особенности межкристаллитной коррозии	ПК-4	
4		Особенности питтинговой коррозии	ПК-4	
5		Механизм химической коррозии	ПК-4	
6		Газовая коррозия. Основная причина её протекания	ПК-4	
7		Электрохимический механизм коррозии. Стадии процесса	ПК-4	
8		Чем различаются химический и электрохимический механизмы коррозионного процесса?	ПК-4	
9		Основная причина химической и электрохимической коррозии металлов и сплавов	ПК-4	
10		Внутренние и внешние факторы, влияющие на скорость электрохимической коррозии	ПК-4	
11		Ингибиторы. Классификация по характеру влияния на коррозионные процессы.	ПК-4	
12		Ингибиторы. Классификация по химическому составу.	ПК-4	
13		Ингибиторы. Классификация по механизму действия на процесс.	ПК-4	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
14		Поясните суть катодной защиты материалов от коррозионного разрушения	ПК-4	
15		Поясните суть анодной защиты материалов от коррозионного разрушения	ПК-4	
16	1, 2, 4	Укажите среды, в которых коррозия металлов будет протекать по химическому механизму 1. Нефть 2. Бензин 3. Морская вода 4. Сухие продукты горения топлива	ПК-4	
17	2, 3	Укажите среды, в которых коррозия металлов будет протекать по электрохимическому механизму 1. Нефть 2. Влажная почва 3. Морская вода 4. Сухие продукты горения топлива	ПК-4	
18	1	Укажите анодное металлическое покрытие на стальных изделиях 1. цинковое 2. никелевое 3. кобальтовое	ПК-4	
19	2, 3	Укажите катодные металлические покрытия на стальных изделиях 1. цинковое 2. никелевое 3. кобальтовое	ПК-4	
20	1	Питтинговый фактор коррозии 1. $f_{\text{п}} = \frac{p}{h}$ 2. $i = \frac{\Delta m_{\text{м}}}{S \cdot \tau \cdot q_{\text{м}}}$ 3. $K_{\text{п}}^+ = \frac{\Delta h}{\tau}$	ПК-4	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
21	2	Показатель изменения толщины образца металла за счет образования пленки продуктов коррозии металла 1. $K_{\Pi}^{-} = \frac{h}{\tau}$ 2. $K_{\Pi}^{+} = \frac{\Delta h}{\tau}$ 3. $K_m^{+} = \frac{\Delta m_M^{+}}{S \cdot \tau}$	ПК-4	
22	1	При каких значениях свободной энергии Гиббса возможен коррозионный процесс 1. $\Delta G < 0$ 2. $\Delta G = 0$ 3. $\Delta G > 0$	ПК-4	
23	3	При каких значениях свободной энергии Гиббса коррозия не происходит 1. $\Delta G < 0$ 2. $\Delta G = 0$ 3. $\Delta G > 0$	ПК-4	
24	3	Укажите уравнение, определяющее степень защиты ингибитора 1. $K = \frac{m_1 - m_2}{\tau \cdot S}$, 2. $\gamma = \frac{K_{кор}}{K_{кор.и}}$; 3. $Z = \frac{K_{кор} - K_{кор.и}}{K_{кор}} \cdot 100 \%$,	ПК-4	
25	2	Укажите уравнение, определяющее коэффициент торможения коррозионного процесса ингибитором 1. $K = \frac{m_1 - m_2}{\tau \cdot S}$, 2. $\gamma = \frac{K_{кор}}{K_{кор.и}}$; 3. $Z = \frac{K_{кор} - K_{кор.и}}{K_{кор}} \cdot 100 \%$,	ПК-4	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
26	1, 2, 3	Материалы, применяемые в качестве протекторов 1. Al, 2. Mg, 3. Zn, 4. Си	ПК-4	
27	1, 2	Укажите уравнение, определяющее сплошность оксидной плёнки на металле 1. $f_{\text{п}} = \frac{p}{h}$ 2. $\frac{V_{\text{ок}}}{V_{\text{Ме}}} = \frac{M_{\text{ок}} \cdot d_{\text{Ме}}}{n \cdot d_{\text{ок}} \cdot A_{\text{Ме}}}$ 3. $\frac{V_{\text{ок}}}{V_{\text{Ме}}} > 1$	ПК-4	
28	1, 4	Жаростойкие сплавы 1. Сплавы на основе титана 2. Сплавы на основе цинка 3. Сплавы на основе никеля 4. Сплавы на основе железа	ПК-4	
29	1, 2	Катодная защита осуществляется 1. От внешнего источника тока 2. Контактom с металлом, имеющим более отрицательный потенциал 3. Контактom с металлом, имеющим более положительный потенциал	ПК-4	
30	1	Протекторная защита является разновидностью 1. Катодной защиты 2. Анодной защиты	ПК-4	