

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.1.2.6 «Коррозия и защита металлов от коррозии»

направление подготовки
18.03.01 «Химическая технология»

Профиль 4 «Технология химических и нефтегазовых производств»

Энгельс 2023

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

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), $\text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$;

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

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

$K_V = \frac{\Delta V_0}{S \cdot \tau}$ – 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 ($0 \text{ }^\circ\text{C}$, 760 мм рт. ст.), см^3 ;

i – токовый показатель (плотность коррозионного тока), $\text{А}/\text{м}^2$:

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

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

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; металлполимерные.
- 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	