

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 15.09.2025 10:40:53

Уникальный программный ключ:

04c19ed8b098f5b6c577a486b9a6788b8322319

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

«Технология нанесения покрытий и защита от коррозии»,

по направлению подготовки (специальности) 04.04.01 "Химия",

направленности (профилю) Физико-химические процессы в современных технологиях ФГБОУ ВО

«ЧелГУ»

стр. 1

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)**

Технология нанесения покрытий и защита от коррозии

**Направление подготовки (специальность)
04.04.01 – Химия**

**Направленность (профиль)
Физико-химические процессы в современных технологиях**

**Присваиваемая квалификация (степень)
Магистр**

**Форма обучения
Очная**

Год(ы) набора 2025

Челябинск 2025 г.



Содержание

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



1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 04.04.01 «Химия»

Направленность (профиль) Физико-химические процессы в современных технологиях

Дисциплина: Технология нанесения покрытий и защита от коррозии

Семестр (семестры) изучения: 1.

Форма (формы) промежуточной аттестации: 1 семестр – зачет.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Технология нанесения покрытий и защита от коррозии» направлено на формирование следующих компетенций:

| Коды компетенции согласно ФГОС (ОПОП ВО) | Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО) | Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|--|--|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| ОПК-2 | Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук | ОПК-2-1. Владеет расчетными методами анализа результатов. | Знает методы систематизации экспериментальных данных Умеет: анализировать и интерпретировать экспериментальные результаты Владеет: расчетными методами анализа результатов |



3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

| № п/п | Код компетенции/ планируемые результаты обучения | Контролируемые темы/ разделы | Наименование оценочного средства для текущего контроля | Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации/№ задания |
|-------|--|--|--|---|
| 1 | ОПК-2/Умеет интерпретировать результаты экспериментов, расчетно-теоретических работ. | Введение в коррозионную науку | Контрольные задания по темам дисциплины | Вопросы по разделам дисциплины |
| 2 | ОПК-2/Умеет интерпретировать результаты экспериментов, расчетно-теоретических работ. | Классификация коррозионных процессов | Контрольные задания по темам дисциплины | Вопросы по разделам дисциплины |
| 3 | ОПК-2/Умеет интерпретировать результаты экспериментов, расчетно-теоретических работ. | Механизм электрохимической коррозии | Контрольные задания по темам дисциплины | Вопросы по разделам дисциплины |
| 4 | ОПК-2/Умеет интерпретировать результаты экспериментов, расчетно-теоретических работ. | Методы исследования и испытания на коррозию | Контрольные задания по темам дисциплины | Вопросы по разделам дисциплины |
| 5 | ОПК-2/Умеет интерпретировать результаты экспериментов, расчетно-теоретических работ. | Способы защиты металлических изделий от коррозии | Контрольные задания по темам дисциплины | Вопросы по разделам дисциплины |
| 6 | ОПК-2/Умеет интерпретировать результаты экспериментов, расчетно-теоретических работ. | Металлические покрытия | Контрольные задания по темам дисциплины | Вопросы по разделам дисциплины |



| | | | | |
|---|--|-----------------------------------|---|--------------------------------|
| | работ. | | | |
| 7 | ОПК-2/Умеет интерпретировать результаты экспериментов, расчетно-теоретических работ. | Неметаллические покрытия | Контрольные задания по темам дисциплины | Вопросы по разделам дисциплины |
| 8 | ОПК-2/Умеет интерпретировать результаты экспериментов, расчетно-теоретических работ. | Другие способы защиты от коррозии | Контрольные задания по темам дисциплины | Вопросы по разделам дисциплины |
| 9 | ОПК-2/Умеет интерпретировать результаты экспериментов, расчетно-теоретических работ. | Иная контактная работа | Контрольные задания по темам дисциплины | Вопросы по разделам дисциплины |



Типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе по дисциплине. Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре.

3.2 Содержание оценочных средств

Типовые задачи для проведения контрольной работы

1) Анодная медь, подвергающаяся электролитическому рафинированию, содержит 99,35% меди, 0,16% никеля, 0,017% мышьяка и некоторые другие примеси. При анодном растворении такой меди в электролит переходит $K_1 = 75\%$ примеси никеля и $K_2 = 65\%$ мышьяка. Объемная плотность тока в ваннах 2,43 А/л. Анодный выход по току $\eta_t = 96\%$. После какой продолжительности электролиза будет достигнуто предельное содержание примесей в электролите равно $\text{С}_{\text{сред}}(\text{Ni}^{2+}) = 18 \text{ г/л}$, $\text{С}_{\text{сред}}(\text{As}^{3+}) = 3 \text{ г/л}$?

2) На рафинирование никеля поступили аноды, содержащие: 90% Ni; 4% Cu; 3% Fe; 1% Co и другие примеси.

Анодные примеси железа и кобальта растворяются полностью, медь на $\frac{3}{4}$ своего состава (при анодном растворении образуется только двухвалентная медь. Каков состав анолита, выходящего из электролизера, если в ванне рафинирования никеля нагрузкой 9000 А скорость циркуляции электролита составляет 0,65 м³/ч? Подаваемый электролит содержит $\text{С}_{\text{нач}}(\text{Ni}^{2+}) = 70 \text{ г/л}$ (пренебречь наличием в нем примесей). Катодный выход по току $\eta_{\text{кт}} = 96\%$ (остальной ток – на выделение водорода). Использование тока на растворение анодного металла принять равным 100%. Каково содержание никеля в католите при протекании его в анодное пространство?

3) Продолжительность работы никелевых анодов габаритами 0,85 на 0,75 м, используемых в ванне рафинирования никеля, должна составлять 25 суток. Анодная плотность тока 220 А/м², анодный скрап равен 17%, а анодный шлак – 5% от первоначальной массы анодов. Анодное использование тока на растворение металла составляет 100%. Какова должна быть масса и толщина одиночного никелевого анода?

4) Электролитическое снятие олова с луженой жести производится в щелочных ваннах, работающих периодически.

Отходы луженой жести после предварительного отжига прессуют в неплотные пакеты весом примерно 50 кг каждый. На анодные штанги ванны нагрузкой 1200 А завешивается одновременно 6 таких пакетов, помещенных в железные сетчатые корзины. Исходная жесь содержит около 1,8% олова (после отжига). После процесса электролиза в анодном скрапе остается примерно 0,1 % олова. Условный катодный выход по току за время процесса 90%. Среднее напряжение на ванне 0,95 В. Рассчитать: 1) количество получаемой катодной



губки олова с одной загрузки ванны; 2) длительность одного цикла работы ванны; 3) удельный расход электроэнергии на 1 т катодного олова (при расчете принимаем одинаковым состав электролита в начале и в конце цикла работы ванны).

5) Кадмиевые аноды, имеющие толщину 10 мм, эксплуатируются в ванне кадмирования при плотности анодного тока 1,5 А/дм² (аноды полностью погружены в электролит). Анодный выход по току 100%, анодные остатки (скрап) составляют 15% от первоначальной массы анодов. Какова продолжительность эксплуатации двустороннего работающего анода?

6) В цианистую ванну исправления брака нагрузкой 500 А в качестве анодов завешены бракованные омедненные стальные детали с общей поверхностью 522 дм² и средней толщиной медного покрытия 17 мкм. Сколько времени необходимо для полного снятия медного слоя с деталей, если анодный выход по току $\eta_t = 95\%$.

7) Провести расчет процесса аффинажа серебряного сплава состава: 87,5% Ag, 12,5% Cu. Анодно растворяются оба компонента сплава; на катоде осаждается только серебро с выходом по току около 100%. Для аффинажа использованы ванны нагрузкой 1000 А, емкость электролита 550 л. Ванны работают периодически до обеднения азотнокислого электролита серебром или обогащения его медью. Нижний предел содержания серебра в растворе $S_{\text{кон}}(\text{Ag}^+) = 8 \text{ г/л}$, верхний предел $S_{\text{нач}}(\text{Ag}^+) = 50 \text{ г/л}$. Максимально допустимое содержание меди $S_{\text{кон}}(\text{Cu}^{2+}) = 55 \text{ г/л}$. После обеднения раствора серебром часть электролита сменяют и заменяют его новым, полученным растворением лигатуры в азотной кислоте. Состав этого раствора: $S_{\text{л}}(\text{Ag}^+) = 452 \text{ г/л}$, $S_{\text{л}}(\text{Cu}^{2+}) = 64,4 \text{ г/л}$, концентрация свободной азотной кислоты 20 г/л. Обогащенный медь раствор удаляется из ванны для контактного осаждения серебра металлической медью.

Рассчитать: 1) часовую производительность ванны по катодному серебру; 2) расход анодов на электролиз в расчете на 1 ч процесса; 3) периодичность замены части электролита (время достижения допустимого минимума концентрации серебра); 4) сменяемый объем электролита; 5) время достижения максимального содержания меди в электролите.

8) На аффинажной переработке по извлечению серебра используют аноды из серебряно-медного сплава (87,5% Ag и 12,5% Cu). Анодно растворяются оба компонента сплава; полезное использование анодного тока 100%. Толщина анодов 15 мм, плотность сплава 10,1 г/см³. Анодная плотность тока 200А/дм², аноды работают двухсторонне. Скрап (анодный остаток) составляет 15% от первоначальной массы анодов. Какова продолжительность переработки одной загрузки анодов?

Вопросы для проведения письменного опроса:

1. «Применение импульсных и периодических токов при электроосаждении металлов»



2. «Развитие теории электролитической диссоциации. Методы определения активности: формальный, метод Льюиса»
3. «Особенности диффузии и миграции ионов. Методы определения чисел переноса»
4. «Применение концентрационных цепей для определения коэффициентов активности и чисел переноса»
5. «Двойной электрический слой. Теории строения двойного электрического слоя»
6. «Влияние концентрации и специфической адсорбции участников реакции и строения ДЭС на кинетику стадии разряда–ионизации. Уравнение Фрумкина»
7. «Гальваностегия и гальванопластика»
8. «Электрохимические методы исследования коррозионных процессов. Потенцио- и гальваностатические методы. Потенцио- и гальванодинамические методы. Циклическая вольтамперометрия»

Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы для проведения устного опроса

1. Предмет электрохимии. Электрохимические системы. Особенности электрохимических реакций
2. Законы Фарадея и кажущиеся отклонения от них. Скорость электрохимических процессов. Выход по току. Кулонометрия. Виды кулометров
3. Теория электролитической диссоциации. Ион-ионные и ион-дипольные взаимодействия. Основы теории Дебая-Гюккеля
4. Числа переноса ионов и методы их определения. Материальный баланс у электродов. Удельная и молярная электропроводность электролитов
5. Влияние природы, концентрации и температуры электролита на электропроводность. Кондуктометрическое титрование
6. Условия обратимости и ЭДС обратимого гальванического элемента
7. Превращение энергии и энергетический баланс обратимого гальванического элемента. Равновесие в обратимом гальваническом элементе. Формула Нернста
8. Электродные потенциалы. Условия равновесия зарядов на границе электрод-



- электролит. Относительная шкала потенциалов. Уравнение Нернста для стандартного электродного потенциала
9. Мембранные потенциалы. Потенциометрия. Индикаторные электроды. Ионселективные электроды
10. Модели двойного электрического слоя Гельмгольца, Гуи-Чэпмена, Штерна и Грэма
11. Образование и строение двойного электрического слоя при электростатической адсорбции
12. Образование и строение двойного электрического слоя при специфической адсорбции
13. Неравновесные электродные процессы. Скорость электрохимических реакций
14. Электродная поляризация и перенапряжение. Классификация поляризационных явлений. Виды перенапряжения
15. Основы теории электрохимического перенапряжения. Коэффициенты переноса. Ток обмена
16. Диффузионное перенапряжение и причины его возникновения
17. Распределение концентрации ионов в приэлектродном слое раствора при стационарной диффузии. Причины возникновения и расчет предельной плотности тока при замедленном массопереносе
18. Влияние состава раствора и гидродинамического режима на предельный ток
19. Расчет диффузионного перенапряжения с учетом миграции
20. Конвективная диффузия и метод вращающегося дискового электрода
21. Основы полярографии. Капающий ртутный электрод. Потенциал и ток полуволны. Количественный качественный полярографический анализ
22. Фазовое перенапряжение. Механизмы электрокристаллизации.
23. Электрохимическое выделение металлов. Гальванические покрытия.
24. Кинетика катодного осаждения металлов. Влияние перенапряжения на структуру катодного осадка
25. Зависимость перенапряжения при катодном осаждении от природы металла
26. Роль диффузионных процессов при электроосаждении металлов.
27. Электроосаждение сплавов
28. Кинетика анодного растворения металлов. Общие закономерности анодного поведения металлов
29. Анодная пассивность металлов
30. Фазовая и адсорбционная теории пассивности
31. Влияние анионного состава раствора на анодное поведение металлов.
32. Коррозия. Понятие коррозии и классификация коррозионных процессов.
33. Коррозия с водородной и кислородной деполяризацией.
34. Методы защиты от коррозии.
35. Потенциостатический и гальваностатический методы поляризационных измерений
36. Методы исследования коррозионных процессов.
37. Цементация



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)
«Технология нанесения покрытий и защита от коррозии»,
по направлению подготовки (специальности) 04.04.01 "Химия",
направленности (профилю) Физико-химические процессы в современных технологиях ФГБОУ ВО
«ЧелГУ»

стр. 1

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Порядок проведения промежуточной аттестации

По результатам работы на занятиях студент получает зачет.



4.1. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

Промежуточная аттестация проводится в виде устного опроса. Он проводится в присутствии преподавателя и предполагает развернутый, полный ответ на один теоретический вопрос. Вопросы составляются с учетом материала, пройденного как на лекционных занятиях, так и на практических занятиях. Время, отводимое на подготовку к ответу 40 минут. Опрос ориентирован на выявление уровня сформированности знаний, умений и навыков, составляющих основу профессиональных компетенций, обеспечиваемых учебной дисциплиной.

Текущая аттестация проводится в виде контрольных работ и письменного опроса. Контрольная работа содержит три задачи по темам изучаемого раздела. Правильное решение каждой задачи оценивается в 2 балла. Итого за две полностью и правильно решенные контрольные студент получает 12 баллов.

Письменный опрос проводится следующим образом: студент в течение 60 минут должен подготовить правильный развернутый письменный ответ на два теоретических вопроса. Критерии оценивания письменного опроса при текущей аттестации аналогичны критериям оценивания промежуточной аттестации. Максимальное количество баллов -10.

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации. Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за каждый этап при прохождении промежуточной аттестации: Для получения зачета необходимо набрать не менее 22 балла из 32 возможных (за текущую и промежуточную аттестацию).

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

4.1.1. Критерии оценивания зачета

По результатам работы на лабораторных занятиях студент получает зачет.

| Зачтено | Не зачтено |
|---|---|
| Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением всех лабораторных работ и защитил отчеты по ним. | Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении лабораторных работ, защитил не все или все отчеты по лабораторным работам |



Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке отлично:
 - систематизированные, глубокие и полные знания по вопросам программы;
 - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;
 - безупречное владение инструментарием, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;
 - полное и глубокое усвоение основной литературы, рекомендованной программой дисциплины, свободное владение информацией из источников дополнительной литературы;
 - умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин;
2. Средний уровень соответствует оценке хорошо:
 - достаточно полные систематизированные знания;
 - умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях и давать им критическую оценку;
 - использование научной терминологии, лингвистически и логически правильное изложение ответов на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
 - владение инструментарием, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
 - усвоение основной литературы, рекомендованной программой дисциплины;
3. Базовый уровень соответствует оценке удовлетворительно:
 - достаточный минимальный объем знаний;
 - усвоение основной литературы, рекомендованной программой дисциплины;
 - умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях и давать им оценку;
 - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
 - владение инструментарием, умение его использовать в решении типовых задач;



4. Низкий уровень соответствует оценке неудовлетворительно.

- фрагментарные знания;
- отказ от ответа;
- знание отдельных рекомендованных источников;
- неумение использовать научную терминологию;
- наличие грубых ошибок.

