

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**

М.1.3.3.1 «Теоретические основы электрохимического  
осаждения металлов и сплавов»

Направление подготовки 18.04.01 «Химическая технология»

Профиль: "Химическая технология композиционных материалов и покрытий"

## 1. 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 « Теоретические основы электрохимического осаждения металлов и сплавов» должна сформироваться компетенция ПК-2.

### Критерии определения сформированности компетенции на различных уровнях их формирования

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ПК-2	Способен к проведению работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
<b>ИД-4<sub>ПК-2</sub></b> Способен использовать теоретические основы электрохимического осаждения металлов и сплавов, современную интерпретацию кинетики и механизма процесса с позиции обобщения накопленных экспериментальных данных по составу, структуре и свойствам осадков во взаимосвязи с механизмом и кинетикой образования новой фазы	лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа	Устный опрос, решение задач, вопросы для проведения зачёта, тестовые задания

### Уровни освоения компетенции

Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Продвинутый (отлично)	<p><b>Знает:</b> основные уравнения термодинамики, кинетики и механизма в процессах электрохимического фазообразования;</p> <p><b>Умеет:</b> применять научно-техническую информацию по кинетике и механизму образования и роста новой фазы к анализу результатов исследования;</p> <p><b>Владеет:</b> навыками интерпретации и обобщения результатов исследований для установления взаимосвязи свойств электрохимических осадков с</p>

	кинетику и механизмом их образования.
Повышенный (хорошо)	<p><b>Знает:</b> в достаточной степени основные уравнения термодинамики, кинетики и механизма в процессах электрохимического фазообразования;</p> <p><b>Умеет:</b> в достаточной степени применять научно-техническую информацию по кинетике и механизму образования и роста новой фазы к анализу результатов исследования;</p> <p><b>Владеет:</b> на достаточном уровне навыками интерпретации и обобщения результатов исследований для установления взаимосвязи свойств электрохимических осадков с кинетикой и механизмом их образования.</p>
Пороговый (базовый) (удовлетворительно)	<p><b>Знает:</b> частично основные уравнения термодинамики, кинетики и механизма в процессах электрохимического фазообразования;</p> <p><b>Умеет:</b> на минимально приемлемом уровне применять научно-техническую информацию по кинетике и механизму образования и роста новой фазы к анализу результатов исследования;</p> <p><b>Владеет:</b> на минимально приемлемом уровне навыками интерпретации и обобщения результатов исследований для установления взаимосвязи свойств электрохимических осадков с кинетикой и механизмом их образования.</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 Современные проблемы теории электрохимического осаждения металлов и сплавов

1. Основные направления совершенствования технологии электроосаждения металлов и сплавов.

2. Роль сплавообразования в разработке новых материалов с заданными функциональными свойствами.

3. Сплавообразование путем катодного внедрения.

4. Разработка материалов для водородной энергетики.

5. Топливные элементы. Перспектива развития.

6. Соосаждение из растворов смеси солей контактным вытеснением.

## **Тема 2 Процессы на межфазной границе электрод-электролит при катодной поляризации**

1. Строение двойного электрического слоя по теории Гельмгольца, Гуи-Чапмена, Штерна, Грэма.
2. Основные стадии электрохимического процесса разряда-ионизации на границе раздела фаз.
3. Лимитирующая стадия процесса. Природа лимитирующей стадии.
4. Роль диффузии в электрохимических процессах. Законы Фика.
5. Объединенный закон Фика-Фарадея.
6. Перенапряжение диффузии, предельный ток диффузии,
7. Переходное время процесса.
8. Электрохимический метод определения коэффициентов диффузии в электролите.
9. Механизм твердофазных процессов массопереноса, методы его исследования.
10. Перенапряжение процесса. Факторы, влияющие на перенапряжение.
11. Уравнение Тафеля, его анализ. Определение констант уравнения Тафеля.

## **Тема 3. Кинетические закономерности электроосаждения металлов**

1. Состояния «ад-ион» и «ад-атом». Разряд ионов и поверхностная диффузия
2. Механизм образования дву- и трехмерных зародышей. Рост катодного осадка.
3. Перенапряжение кристаллизации. Понятие. Определение.
4. Физическая неоднородность поверхности. Влияние ПАВ на процесс формирования новой фазы. Работы Лошкарева.
5. Механизм действия ПАВ.
6. Электроосаждение металлов из комплексных электролитов.
7. Влияние состава электролита на структуру и свойства электроосаждаемых металлов.
8. Влияние режима электролиза на структуру и свойства электроосаждаемых металлов.

## **Тема 4 Совместный разряд ионов металлов. Электроосаждение сплавов**

1. Применение сплавов.
2. Достоинства электрохимического способа осаждения сплавов.
3. Кинетические закономерности совместного электроосаждения металлов.
4. Способы сближения электродных потенциалов при электроосаждении сплавов.
5. Влияние состава электролита и режима электролиза на состав, структуру и свойства сплавов.
6. Типы сплавов.
7. Ориентированное электроосаждение металлов и сплавов.
8. Методы исследования состава, структуры и свойств сплавов.

## **Тема 5. Катодное внедрение металлов в твердые электроды.**

1. Термодинамика катодного внедрения.
2. Стадии реакции взаимодействия катиона раствора с металлом электрода.
3. Отличие катодного внедрения от электроосаждения.
4. Методы изучения кинетики катодного внедрения.
5. Роль вакансий в кристаллической решетке металла электрода.
6. Сплавы, образующиеся при катодном внедрении.
7. Свойства материалов, полученных путём катодного внедрения. Их применение.

## **Тема 6. Разряд-ионизация металлов на полупроводниковых электродах**

1. Твердые электролиты.
2. Проводимость твёрдых электролитов
3. Особенности межфазной границы.
4. Явление интеркаллирования. Роль диффузионного массопереноса в реакции разряда-ионизации.
5. Участие дефектов структуры в твердой фазе.
6. Многокомпонентные системы металл-кислород, их практическое значение.
7. Колебательные окислительно-восстановительные процессы в многокомпонентных сплавах оксидных систем.

## **Тема 7. Механизм формирования гальванических осадков металлов и сплавов в условиях совместного выделения водорода**

1. Механизм электровосстановления водорода из кислой, нейтральной и щелочной сред.
2. Роль сопутствующего процесса выделения водорода в формировании катодного осадка.
3. Состав формирующихся фаз при совместном электроосаждении металла и электровосстановлении водорода..
4. Диффузия и растворение водорода в металлах.
5. Наводороживание металлов Влияние наводороживания на свойства металлического осадка.
6. Водородные соединения металлов (гидриды, интерметаллические соединения
7. Гидриды алюминия. Получение. Применение.
8. Гидриды титана. Получение. Применение.

## **Практические задания для текущего контрол**

Задание 1. Рассчитать силу тока при электроосаждении металла, если известны предельная плотность тока и диффузионное перенапряжение процесса.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта.

Задание 2. Определить предельную диффузионную плотность тока при электроосаждении металла с учётом и без учёта миграции ионов. Известны коэффициент диффузии, толщина диффузионного слоя, число переноса катионов. Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта.

Задание 3. Чему равен предельный диффузионный ток при условии, что катодная плотность тока составляет половину от предельной диффузионной плотности тока. Перенапряжения разряда и диффузии равны.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта.

Задание 4. Определить соотношение концентраций ионов металла в растворах с индифферентным электролитом и без него, если величины предельной плотности тока диффузии одинаковы. Коэффициенты диффузии ионов и толщину диффузионного слоя считать одинаковыми.

Задание 5. Проверить зависимость тока обмена водорода от природы раствора при комнатной температуре, при известных значениях константы «а» уравнения Тафеля в этих растворах и коэффициенте переноса.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта.

Задание 6. Проводится электроосаждение металла из электролита заданного состава и известной плотности тока. Рассчитать толщину диффузионного слоя, если известно, что концентрация ионов металла у поверхности электрода в 4 раза меньше, чем в объёме раствора. Известен коэффициент диффузии.

Задание 7. Приведены результаты измерения перенапряжения выделения водорода от плотности тока из кислого раствора. Построить графическую зависимость и определить коэффициенты уравнения Тафеля.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта.

Задание 8. Используя константы уравнения Тафеля, рассчитать плотность тока обмена, коэффициент переноса выделения водорода на различных катодах. Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта.

Задание 9. Используя предоставленные экспериментальные данные, определить перенапряжение кристаллизации и перенапряжение процесса.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта

Задание 10. Привести алгоритм расчёта парциальных плотностей тока при электроосаждении сплавов.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта

Задание 11. Используя экспериментальные данные по величине катодной плотности тока, составу сплава, выхода по току, провести расчёт парциальных плотностей тока для электроосаждаемого сплава.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта

Задание 12. Используя предоставленные экспериментальные данные, определить металл, осаждение которого происходит со сверхполяризацией.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта

1. Определение коэффициента диффузии из электрохимических измерений:
  - гальваностатический метод;
  - потенциостатический метод;
  - потенциодинамический метод.
2. Композиционные электрохимические покрытия
3. Дофазовое осаждение металлов

Лабораторная работа 1. Определение коэффициента диффузии из электрохимических измерений:

- гальваностатический метод;
- потенциостатический метод;
- потенциодинамический метод;
- приготовить электролит для электроосаждения металла;
- провести предварительную подготовку рабочей поверхности электрода;
- собрать схему поляризующей цепи для электроосаждения металла в потенциостатическом (гальваностатическом, потенциодинамическом ) режиме поляризации;
- провести электроосаждение металла в указанном режиме поляризации;
- обработка экспериментальных результатов проводится согласно методике потенциостатического (гальваностатического, потенциодинамического ) метода исследования для расчёта коэффициента диффузии потенциалопределяющих частиц;
- составить обоснованный вывод по работе.

Задания по составу электролита, материалу рабочего электрода, потенциалам поляризации (плотности тока поляризации, скорости развёртки потенциала), количеству параллельных опытов выдаются преподавателем.

## Лабораторная работа 2. Композиционные электрохимические покрытия

Электроосаждение металлов в гальваностатическом режиме электролиза. Изучить кинетику электроосаждения покрытия. Определить выход по току, перенапряжение процесса, провести анализ морфологии поверхности.

- приготовить электролит для электроосаждения покрытия;
- провести предварительную подготовку рабочей поверхности электрода, взвесить электрод;
- собрать схему поляризующей цепи для электроосаждения покрытия в гальваностатическом режиме поляризации;
- рассчитать время электролиза;
- провести электроосаждение покрытия в гальваностатическом режиме поляризации;
- рассчитать выход по току;
- провести анализ поверхности покрытия при увеличении в 1000 раз;
- обработка экспериментальных результатов проводится согласно методике гальваностатического метода исследования;
- составить обоснованный вывод по работе.

Задания по составу электролита, материалу рабочего электрода, потенциалам поляризации, количеству параллельных опытов выдаются преподавателем.

## Лабораторная работа 3. Дофазовое осаждение металлов

Влияние режима электролиза, состава электролита на структуру гальванического осадка. (Использование дофазового осаждения металлов).

- приготовить электролит для электроосаждения металла
- провести предварительную подготовку рабочей поверхности электрода, взвесить электрод;
- собрать схему поляризующей цепи для электроосаждения металла в гальваностатическом (нестационарном) режиме поляризации;
- рассчитать время электролиза;
- провести электроосаждение покрытия в гальваностатическом (нестационарном) режиме поляризации;
- рассчитать выход по току;
- провести анализ морфологии электроосаждённого покрытия
- обработка экспериментальных результатов проводится согласно методике гальваностатического метода исследования;
- составить обоснованный вывод по работе.

Задания по составу электролита, материалу рабочего электрода, режиму электролиза, количеству параллельных опытов выдаются преподавателем.

## 2.2 Оценочные средства для промежуточного контроля

### Вопросы к зачету

1. Современные проблемы теоретической электрохимии в гальванотехнике.
2. Строение двойного электрического слоя по теории Гельмгольца, Гуи-Чапмена, Штерна, Грэма.
3. Основные стадии электрохимического процесса разряда-ионизации на границе раздела фаз.
4. Лимитирующая стадия процесса. Природа лимитирующей стадии.
5. Роль диффузии в электрохимических процессах. Законы Фика.
6. Объединенный закон Фика-Фарадея.
7. Перенапряжение диффузии, предельный ток диффузии,
8. Переходное время процесса.
9. Электрохимический метод определения коэффициентов диффузии в электролите.
10. Механизм твердофазных процессов массопереноса, методы его исследования. Роль структурных дефектов.
11. Образование ионов промежуточной валентности при электроосаждении многовалентных ионов, методы их обнаружения.
12. Критерий стадийности процесса переноса заряда.
13. Энергия активации электрохимической реакции, способы её определения.
14. Определение механизма процесса из экспериментальных данных потенциостатического исследования.
15. Определение механизма процесса из экспериментальных данных гальваностатического исследования.
16. Ион-молекулярное взаимодействие в растворах. Сольватация и гидратация ионов.
17. Состояния «ад-ион» и «ад-атом». Разряд ионов и поверхностная диффузия
18. Механизм образования дву- и трехмерных зародышей. Рост катодного осадка.
19. Перенапряжение кристаллизации. Понятие. Определение.
20. Физическая неоднородность поверхности. Влияние ПАВ на процесс формирования новой фазы. Работы Лошкарева.
21. Механизм действия ПАВ.
22. Электроосаждение металлов из комплексных электролитов.
23. Кинетические закономерности совместного электроосаждения металлов.
24. Способы сближения электродных потенциалов при электроосаждении сплавов.
25. Влияние состава электролита и режима электролиза на состав, структуру и свойства сплавов.
26. Термодинамика катодного внедрения. Стадии реакции взаимодействия катиона раствора с металлом электрода.

27. Методы изучения кинетики катодного внедрения. Роль вакансий в кристаллической решетке металла электрода.

28. Сплавы, образующиеся при катодном внедрении.

29. Свойства материалов, полученных путём катодного внедрения. Их применение.

30. Механизм электровосстановления водорода из кислой, нейтральной и щелочной сред.

31. Роль сопутствующего процесса выделения водорода в формировании катодного осадка.

32. Водородные соединения металлов (гидриды, интерметаллические соединения). Примеры.

33. Анодное окисление металлов и сплавов.

34. Пассивация. Модели для описания механизма процесса пассивации. Оксидные и солевые слои.

35. Термодинамическая устойчивость электродов в водных растворах. Диаграммы Пурбе.

36. Твердые электролиты.

37. Особенности электрохимического равновесия на мембранных электродах

### **Практические задания для проведения зачета**

Задание 1. Рассчитать силу тока при электроосаждении металла, если известны предельная плотность тока и диффузионное перенапряжение процесса.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта.

Задание 2. Определить предельную диффузионную плотность тока при электроосаждении металла с учётом и без учёта миграции ионов. Известны коэффициент диффузии, толщина диффузионного слоя, число переноса катионов. Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта.

Задание 3. Чему равен предельный диффузионный ток при условии, что катодная плотность тока составляет половину от предельной диффузионной плотности тока. Перенапряжения разряда и диффузии равны.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта.

Задание 4. Определить соотношение концентраций ионов металла в растворах с индифферентным электролитом и без него, если величины предельной плотности тока диффузии одинаковы. Коэффициенты диффузии ионов и толщину диффузионного слоя считать одинаковыми.

Задание 5. Проверить зависимость тока обмена водорода от природы раствора при комнатной температуре, при известных значениях константы «а» уравнения Тафеля в этих растворах и коэффициенте переноса.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта.

Задание 6. Проводится электроосаждение металла из электролита заданного состава и известной плотности тока. Рассчитать толщину диффузионного слоя, если известно, что концентрация ионов металла у поверхности электрода в 4 раза меньше, чем в объёме раствора. Известен коэффициент диффузии.

Задание 7. Приведены результаты измерения перенапряжения выделения водорода от плотности тока из кислого раствора. Построить графическую зависимость и определить коэффициенты уравнения Тафеля.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта.

Задание 8. Используя константы уравнения Тафеля, рассчитать плотность тока обмена, коэффициент переноса выделения водорода на различных катодах. Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта.

Задание 9. Используя предоставленные экспериментальные данные, определить перенапряжение кристаллизации и перенапряжение процесса.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта

Задание 10. Привести алгоритм расчёта парциальных плотностей тока при электроосаждении сплавов.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта

Задание 11. Используя экспериментальные данные по величине катодной плотности тока, составу сплава, выхода по току, провести расчёт парциальных плотностей тока для электроосаждаемого сплава.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта

Задание 12. Используя предоставленные экспериментальные данные, определить металл, осаждение которого происходит со сверхполяризацией.

Данные для расчёта предоставляются преподавателем.

3 варианта

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

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

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

Шкала оценки	Оценка	Критерий выставления оценки
100-процентная шкала	Отлично	85-100 %% правильных ответов
	Хорошо	65-84 %% правильных ответов
	Удовлетворительно	40-64 %% правильных ответов
	Неудовлетворительно	менее 40 % правильных ответов
Четырехбалльная шкала	Отлично	Обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, тесно увязывает теорию с практикой. Обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с заданиями, владеет навыками и приемами выполнения практических работ, обнаруживает умение самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок
	Хорошо	Обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми навыками при выполнении практических заданий
	Удовлетворительно	Обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий
	Неудовлетворительно	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические работы

## 2.3. Итоговая диагностическая работа по дисциплине

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Компетенция ПК-2 - Способен к проведению работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования.

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1.		Основное условие образования кристаллической фазы при электроосаждении металлов	ПК-2	ИД-4 <sub>ПК-2</sub> Способен использовать теоретические основы электрохимического осаждения металлов и сплавов, современную интерпретацию кинетики и механизма процесса с позиции обобщения накопленных экспериментальных данных по составу, структуре и свойствам осадков во взаимосвязи с механизмом и кинетикой
2		Какие кинетические характеристики электрохимического процесса можно определить, используя зависимость перенапряжения процесса от логарифма плотности тока?	ПК-2	
3		Уравнение Тафеля. Экспериментальное определение констант «а» и «в» уравнения Тафеля.	ПК-2	
4.		Физический смысл константы «а» уравнения Тафеля	ПК-2	
5.		Назовите составляющие уравнения критического радиуса трёхмерного зародыша: $r_3 = \frac{2\sigma \cdot V_M}{n \cdot F \cdot \eta}$	ПК-2	
6.		Понятие лимитирующей стадии электрохимического процесса. Примеры лимитирующих стадий	ПК-2	
7.		Условия достижения предельного диффузионного тока при электроосаждении металла.	ПК-2	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
8.		Какую характеристику электрохимического процесса можно определить из зависимости логарифма плотности тока обмена от логарифма концентрации реагирующего компонента?:	ПК-2	образования новой фазы
9.		Какую характеристику электрохимического процесса можно определить из зависимости логарифма плотности тока обмена от температуры?	ПК-2	
10.		Основные способы сближения электродных потенциалов при электроосаждении сплавов	ПК-2	
11.		Какие характеристики входят в основное уравнение диффузионной кинетики?	ПК-2	
12.		Механизм действия поверхностно-активных веществ (ПАВ).	ПК-2	
13.		Типы поляризаций, возникающие при действии ПАВ,	ПК-2	
14.		Какие режимы поляризации способствуют интенсификации электрохимического процесса?	ПК-2	
15.		Отличие катодного внедрения металла от электроосаждения металла.	ПК-2	
16.		Физический смысл перенапряжения кристаллизации	ПК-2	
17.		Факторы, способствующие формированию мелкозернистых осадков	ПК-2	
18.		Основные факторы, способствующие увеличению электроположительного компонента в составе сплава	ПК-2	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
19.		Охарактеризуйте сплавы типа твёрдый раствор.	ПК-2	
20.		Охарактеризуйте сплавы типа механическая смесь	ПК-2	
21.		Факторы, способствующие повышению предельной плотности тока диффузии 1. перемешивание электролита 2. повышение катодной плотности тока 3. введение комплексобразующей добавки	ПК-2	
22		Перенапряжение кристаллизации – это 1. перенапряжение, связанное с протеканием гетерогенной химической реакции 2. перенапряжение, связанное с образованием зародышей осаждаемого металла 3. перенапряжение, связанное с адсорбцией поверхностно-активных частиц	ПК-2	
23		Увеличение содержания электроотрицательного компонента в составе сплава достигается 1. путем повышения катодной плотности тока 2. путем увеличения электропроводности раствора 3. путем увеличения температуры электролита	ПК-2	
24	3	Условием образования соединений внедрения является 1. отличие атомных радиусов металлов больше 10% 2. близкие значения потенциалов металлов 3. отличие атомных радиусов металлов меньше 10%	ПК-2	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
25	3	Катодное внедрение – это 1. Разновидность электролитического осаждения металлов 2. Разновидность адсорбции 3. Акт разряда иона металла и одновременное химическое взаимодействие с металлом электрода	ПК-2	
26.	1,2	Механизм действия поверхностно-активных веществ при электроосаждении металлов – это 1. Взаимодействие с поверхностью электрода 2. Образование комплексов с ионами осажденного металла 3. Увеличение электропроводности электролита	ПК-2	
27	3	Факторы, способствующие получению мелкозернистого осадка 1. Перемешивание электролита 2. Повышение температуры 3. Наличие блескообразующей добавки	ПК-2	
28.	1	Увеличение содержания электроположительного компонента в составе сплава достигается 1. Путем повышения температуры электролита 2. Путем изменения материала подложки 3. Путем повышения катодной плотности тока	ПК-2	
29	1	Какую важную характеристику электрохимического процесса позволяет определить константа «а» уравнения Тафеля? 1. плотность тока обмена $i_0$ ; 2. предельная плотность тока диффузии $i_D$ ;	ПК-2	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		3. предельная плотность тока гетерогенной химической реакции $i_{p,гетеро}$ ; 4. предельная плотность тока стадии кристаллизации $i_{кр}$ ;		
30	1	Отличие электроосаждения металлов на жидких катодах от электроосаждения металлов на твердых растворах – это 1. Отсутствие образования твердой фазы осаждаемого металла 2. Отсутствие процессов адсорбции осаждаемого металла 3. Отсутствие гетерогенной химической реакции	ПК-2	
31	1	Сближение электродных материалов при электроосаждении сплавов достигается 1. Путем введения комплексообразующих добавок 2. Перемешиванием электролита 3. Путем увеличения электропроводности раствора	ПК-2	
32.	1,2	Отличие свойств интерметаллического соединения от твердого раствора 1. Интерметаллические соединения имеют собственную кристаллическую решетку 2. Интерметаллические соединения имеют потенциал отличный от потенциалов образующих его металлов 3. Интерметаллическое соединение не отличается по физико-механическим свойствам от металла основы	ПК-2	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
33.	2.	1-ый этап катодного внедрения – это 1. Образование фазы интерметаллида 2. Образование твердого раствора 3. Образование металлического покрытия	ПК-2	
34	1,2	. Стабильность комплекса ионного типа определяется: 1. зарядом центрального иона; 2. радиусом центрального иона; 3. концентрацией ионов.	ПК-2	
35	1	При адсорбции ПАВ возникает катодная поляризация при условии, 1. когда ПАВ адсорбируется на быстрорастущих гранях кристаллов; 2. когда образуется сплошной слой из адсорбированных частиц; 3. когда ПАВ взаимодействует с компонентами электролита и продукты взаимодействия образуют на поверхности электрода сплошной слой.	ПК-2	
36	1, 3, 5	Факторы, способствующие получению мелкозернистых осадков 1. высокая катодная плотность тока; 2. высокая температура; 3. присутствие ПАВ в электролите; 4. высокая электропроводность электролита; 5. использование комплексных электролитов.	ПК-2	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
37.	1.	Условием совместного осаждения металлов А и В является: 1. близость электродных потенциалов; 2. высокое перенапряжение процесса; 3. отсутствует перенапряжение процесса.	ПК-2	
38	2	Какова природа замедленной стадии электрохимического процесса в случае линейной зависимости предельного тока от перемешивания раствора? 1. стадия переноса заряда; 2. стадия диффузии; 3. стадия кристаллизации; 4. стадия адсорбции.	ПК-2	
39	2	Когда на электроде устанавливается предельный диффузионный ток $i_D$ ? 1. поверхностная концентрация реагирующих частиц $c^S$ равна объемной $c^0$ ; 2. $c^S = 0$ ; 3. $c^S > c^0$ .	ПК-2	