

**Программа кандидатского экзамена по научной специальности
05.17.03 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии**

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Электрохимическое и химическое осаждение различных материалов

Виды гальванических покрытий и их назначение. Требования, предъявляемые к покрываемой поверхности и к покрытиям в гальванопластике. Неэлектрохимические методы нанесения металлических покрытий и сравнительная их характеристика. Механизм электрокристаллизации. Влияние на структуру и свойства гальванических осадков состава электролита (природы и концентрации ионов основного металла, ионов других металлов, рН, поверхностно-активных веществ), режима электролиза (плотности тока, температуры перемешивания, нестационарных условий), состояния поверхности катода. Причины образования губчатых осадков и методы их устранения. Условия и механизм образования блестящих осадков. Условия совместного электроосаждения металлов.

Распределение тока и металла при электроосаждении металлов. Критерий равномерности распределения тока и металла по поверхности катода. Влияние различных факторов на равномерность электрохимических осадков. Микрорассеивающая и выравнивающая способность электролитов. Экспериментальные методы изучения распределения тока и металла. Контроль качества покрытий.

Классификация покрытий по природе, назначению и характеру защиты. Защитная способность и коррозионная стойкость покрытия. Способы нанесения металлических покрытий: химические и электрохимические, погружение в расплав, напыление, плакирование. Подготовка металлических поверхностей к гальванической обработке. Механическая обработка. Способы механической обработки. Обезжиривание, виды обезжиривания, растворы. Травление. Виды травления, растворы. Активация.

2. Электрохимический синтез и электролиз

Характерные особенности процессов электрохимического синтеза, связанные с многостадийностью процессов окисления и восстановления при образовании сложных неорганических и органических соединений. Роль состояния поверхности электрода. Электродный потенциал и селективность процессов электрохимического окисления и восстановления. Электролиз при контролируемом потенциале. Принципы выбора состава подвергаемого электролизу раствора: электролиз с катализаторами-переносчиками.

Примеры процессов электролиза неорганических веществ: пероксодисерная кислота и ее соли, пероксодисернат натрия и другие пероксидные соединения. Примеры процессов электролиза органических соединений: реакции присоединения и замещения, димеризации и конденсации, окисления и восстановления.

3. Коррозия и защита металлов

Коррозия. Прямые и косвенные коррозионные потери. Классификация коррозионных процессов (по типу агрессивной среды, характеру коррозионных разрушений, условиям протекания коррозионных процессов). Количественная оценка коррозионного разрушения. Весовой, глубинный и токовый показатели коррозии. Термодинамика электрохимической коррозии. Катодные и анодные реакции при электрохимической коррозии. Движущие силы коррозии. Термодинамическая стабильность металлов. Диаграммы Пурбе. Влияние электродного потенциала на скорость электрохимической коррозии. Кинетика электрохимической коррозии. Механизм. Графический расчет потенциала и тока коррозии. Поляризационные диаграммы для различных стадий контроля электрохимической коррозии при кислородной деполяризации. Контролирующие стадии электрохимической коррозии (поляризационные диаграммы). Коррозия при сопряженном процессе восстановления ионов водорода. Коррозия при сопряженном процессе восстановления кислорода. Коррозия при сопряженном процессе восстановления нескольких окислителей. Пассивность металлов. Механизм растворения сплавов. Способы повышения коррозионной стойкости металлов к коррозии. Нарушение пассивного состояния, перепассивация. Локальная анодная пассивация. Влияние природы металла, содержания легирующих компонентов, структуры сплавов на коррозионное поведение. Коррозионная стойкость мартенситных, ферритных и аустенитных нержавеющей сталей. Влияние механических напряжений на коррозионное поведение металлов. Влияние состава раствора и pH агрессивной среды на коррозионное поведение металлов. Влияние теплопередачи, скорости движения среды, контакта с металлами и неметаллами на коррозионное поведение металлов. Влияние температуры на коррозионное поведение металлов. Термодинамика газовой коррозии. Механизм газовой коррозии. Условие сплошности оксидных пленок (правило Пиллинга и Бедворса). Общая кинетика газовой коррозии. Уравнение Эванса. Влияние состава сплава, структуры, механических напряжений на газовую коррозию. Влияние температуры на газовую коррозию. Жаростойкость нержавеющей сталей. Коррозия легированных сталей. Межкристаллитная коррозия легированных сталей. Коррозионная стойкость меди и ее сплавов. Коррозионная стойкость алюминия и его сплавов. Коррозионная стойкость титана и его сплавов. Особенности взаимодействия неметаллических материалов с агрессивной средой. Атмосферостойкость

полимерных материалов. Факторы, влияющие на коррозионную стойкость полимеров. Оценка коррозионной стойкости полимерных материалов. Причины старения полимеров. Коррозионная стойкость полиэтилена. Оценка коррозионной стойкости силикатных материалов. Коррозионная стойкость бетона. Коррозионная усталость материалов.

Фосфатирование. Стадии процесса фосфатирования, в т.ч. стадия активации и последующая обработка фосфатных слоев. Свойства, назначение и области применения фосфатных покрытий. Определение массы фосфатного покрытия, массы стравившегося металла, защитной способности по Акимову. Состав фосфатирующего раствора в общем виде. Теоретические основы фосфатирования. Реакции, протекающие на межфазной границе и в объеме раствора. Равновесные растворы. Общая и свободная кислотности фосфатирующих растворов Фосфатирование, как электрохимический процесс. Катодный и анодный процессы. Ускорители процесса фосфатирования, механизм их действия.

Оксидирование алюминия. Свойства, назначение и области применения оксидных покрытий на алюминии. Последующая обработка оксидных покрытий на алюминии. Механизм процесса оксидирования алюминия. Влияние состава раствора и режима процесса на свойства оксидной пленки. Электролиты оксидирования алюминия. Нанесение гальванических покрытий на алюминий и его сплавы. Оксидирование стали и чугуна.

Электрохимическое цинкование. Электролиты цинкования. Основные закономерности при электроосаждении цинка из различных электролитов. Физико-химические и механические свойства покрытий, назначение и область их применения. Пассивация цинковых покрытий.

Электрохимическое меднение. Назначение и области применения покрытий. Электролиты меднения.

Электрохимическое никелирование. Электролиты никелирования. Виды никелевых покрытий. Назначение и области применения. Электролиты никелирования (сульфатные, сульфаматный и никель-страйк).

Химическое никелирование. Достоинства и недостатки по сравнению с электрохимическим способом. Механизм процесса. Влияние состава раствора и режима на скорость осаждения покрытий.

Ингибиторы коррозии. Определение, классификация, механизм действия (механизм пассивации и ингибирования). Области применения ингибиторов коррозии. Неорганические ингибиторы коррозии. Органические ингибиторы коррозии, включая консистентные смазки и ингибиторы травления. Летучие (парофазные) ингибиторы. Катодные, анодные и смешанные ингибиторы коррозии. Оценка эффективности действия ингибиторов (защитный эффект). Консервация металлических изделий. Средства и методы консервации.

Электрохимическая защита. Катодная электрохимическая защита. Катодная защита от внешнего источника тока. Возникновение блуждающих токов. Катодно-протекторная защита. Анодная электрохимическая защита. Анодная защита от внешнего источника тока. Анодно-протекторная защита. Лакокрасочные покрытия, используемые для защиты от коррозии. Способы нанесения жидких и порошковых лакокрасочных материалов. Покрытия полимерами. Гуммирование.

**Вопросы для кандидатского экзамена по научной специальности
05.17.03 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии**

1. Методы исследования электрических полей в электролитах. Методы исследования рассеивающей способности электролитов. Критерии равномерности распределения тока и металла. Количественная оценка рассеивающей способности электролитов.

2. Современная теория микрораспределения металла в процессе электроосаждения.

3. Механические методы подготовки поверхности металлов перед гальвано-химической обработкой.

4. Химические и электрохимические методы подготовки поверхности перед гальвано-химической обработкой. Химическое и электрохимическое обезжиривание, травление. Особенности процессов при обработке сплавов на основе меди, цинка, алюминия, никеля.

5. Наводороживание и водородная хрупкость, способы их предотвращения и устранения. Основные закономерности и механизм наводороживания металла-основы и металла-покрытия при электроосаждении блестящих и матовых покрытий.

6. Электрохимическое меднение. Основные закономерности при электроосаждении меди из различных типов электролитов. Физико-химические и механические свойства покрытий.

7. Электрохимическое никелирование. Основные закономерности при электроосаждении никеля из различных типов электролитов. Физико-химические и механические свойства покрытий.

8. Электрохимическое хромирование. Основные закономерности процесса хромирования из различных типов электролитов. Физико-химические и механические свойства покрытий.

9. Электрохимическое оловянирование и свинцевание. Основные закономерности при электроосаждении металлов из различных типов электролитов. Физико-химические и механические свойства покрытий.

10. Электрохимическое серебрение и золочение. Основные закономерности при электроосаждении металлов из различных типов электролитов. Физико-химические и механические свойства покрытий.

11. Электрохимическое цинкование. Основные закономерности при электроосаждении цинка из различных типов электролитов. Физико-химические и механические свойства покрытий.

12. Электрохимическое кадмирование. Основные закономерности при электроосаждении кадмия из различных типов электролитов. Физико-химические и механические свойства покрытий.

13. Особенности нанесения гальванических покрытий на цинковые, магниевые титановые и алюминиевые сплавы.
14. Электроосаждение сплавов на основе цинка (Zn-Ni, Zn-Co, Zn-Fe). Общие закономерности, составы электролитов и условия электролиза. Физико-химические и механические свойства покрытий.
15. Электроосаждение сплавов на основе меди (Cu-Zn). Общие закономерности, составы электролитов и условия электролиза. Физико-химические и механические свойства покрытий.
16. Электроосаждение сплавов на основе олова (Sn-Pb, Sn-Bi, Sn-Co). Общие закономерности, составы электролитов и условия электролиза. Физико-химические и механические свойства покрытий.
17. Хроматная и фосфатная пассивация цинковых и кадмиевых покрытий. Способы нанесения защитных пленок.
18. Фосфатирование сталей.
19. Теоретические основы фосфатирования, состав, свойства, назначение и области применения фосфатных покрытий.
20. Процессы анодного оксидирования алюминия и его сплавов. Механизм образования анодных пленок, их свойства и области применения.
21. Химическое оксидирование сталей.
22. Химическое меднение. Области применения. Особенности подготовки поверхности при нанесении покрытий на диэлектрики. Сравнительная характеристика электролитов.
23. Химическое никелирование.
24. Химическое серебрение. Сравнительная характеристика электролитов. Процессы нанесения наноразмерных покрытий на металлы и сплавы.
25. Пассивное состояние металлов. Теории пассивности.
26. Анодная поляризационная кривая, характерные участки, точки.
27. Нарушение пассивного состояния вследствие перепассивации.
28. Локальная анодная пассивация.
29. Влияние внутренних факторов на коррозионное поведение металлов при электрохимической коррозии.
30. Легирование металлов для увеличения коррозионной стойкости. Правило Таммана.
31. Влияние внешних факторов на коррозионное поведение металлов при электрохимической коррозии.
32. Газовая (высокотемпературная) коррозия. Определение. Примеры.
33. Механизм газовой коррозии.
34. Термодинамика газовой коррозии.
35. Кинетика газовой коррозии.
36. Влияние внутренних факторов на газовую коррозию: состав сплава, структура сплава, механическое напряжение, обработка поверхности.

37. Влияние внешних факторов на газовую коррозию: состав среды, температура, давление, скорость движения среды.
38. Характерные особенности процессов электрохимического синтеза, связанные с многостадийностью процессов окисления и восстановления.
39. Электродный потенциал и селективность процессов электрохимического окисления и восстановления.
40. Электролиз при контролируемом потенциале. Принципы выбора состава подвергаемого электролизу раствора: электролиз с катализаторами-переносчиками.
41. Примеры процессов электросинтеза неорганических веществ: пероксодисерная кислота и ее соли, пероксоборат натрия и другие пероксидные соединений.
42. Примеры процессов электросинтеза органических соединений: реакции присоединения и замещения, димеризации и конденсации, окисления и восстановления.
43. Кинетика процессов с замедленной стадией переноса заряда. Истинные и кажущиеся коэффициенты переноса
44. Роль электрохимических и геометрических факторов в распределении тока и металла на поверхности электродов
45. Влияние специфической адсорбции ионов на строение ДЭС и кинетику электрохимической реакции
46. Стадийная природа электрохимических процессов. Лимитирующая стадия, её стехиометрическое число и методы определения
47. Электрохимические процессы с лимитирующей диффузионной стадией. Диффузионное перенапряжение
48. Кинетика процессов с замедленной стадией переноса заряда. Истинные и кажущиеся коэффициенты переноса
49. Частные порядки электрохимических реакций
50. Баланс напряжения электролизера. Анализ путей снижения напряжения на электролизере
51. Производство хлора и щелочей. Механизм катодных и анодных процессов. Условия электролиза
52. Производство кислородных соединений хлора. Анодные процессы и условия электролиза
53. Производство персульфатов. Механизм процессов на аноде и в объёме электролита, условия электролиза
54. Производство кислородных соединений марганца: особенности электродных процессов и условий электролиза в синтезе диоксида марганца
55. Ток обмена. Методы определения. Связь тока обмена с частными порядками электрохимических реакций.