

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”
Хіміко-технологічний факультет
Кафедра технології електрохімічних виробництв

“Затверджую”
Декан факультету
Проф. Астрелін І.М.

«_____» _____ 2011 р.

ПРОГРАМА ВСТУПНИХ ІСПИТІВ З ДИСЦИПЛІНИ
“Технічна електрохімія”
для бакалаврів за напрямком підготовки 6.051301 “Хімічна технологія”
спеціальності “Технічна електрохімія”

Програма рекомендована
кафедрою ТЕХВ, Протокол № 7

“ 23”_лютого_2011 р.

Зав.кафедрою ТЕХВ,
_____д.т.н. Лінючева О.В.

Київ 2011 р.

Розділ 1. Електроліз іонних розплавів

Тема 1. Фізико-хімічні властивості іонних розплавів як високотемпературних електролітів

Зміст та задачі курсу. Короткі історичні відомості. Сучасний стан, тенденції та перспективи розвитку електрохімії розплавлених електролітів. Значення електрохімії розплавів та галузі її практичного використання. Загальна інформація про електроліз розплавлених солей для одержання легких металів та сплавів, про рафінування металів та високотемпературні хімічні джерела струму. Інститути та установи України та СНД, в яких вирішуються проблеми електрохімії іонних розплавів. (/1/, с.464-465; /2/.С.440).

Принципальні відмінності іонних розплавів від водних розчинів електролітів. Особливості перебігу електродних процесів у розплавах, пов'язані з високою температурою та відсутністю води як розчинника. Стабільність у розплавах пероксидних та надпероксидних сполук, гідридів, субіонів. Напруга електрохімічного розкладу електролітів та методи її визначення. Переваги та недоліки іонних розплавів як електролітів у різних технологічних процесах (/1/, с. 464-465; /2/, с. 440).

Класифікація іонних розплавів по температурі плавлення та по типу аніонів. Електроди порівняння для вимірювання електродних потенціалів в іонних розплавах. Інверсія ряду потенціалів. Проблема нульового електрода для розплавлених електролітів. Залежність параметрів електрохімічних процесів від катіонного складу розплавів. (/3/, с. 69-113; с. 133-140).

Конструкційні та електродні матеріали для високотемпературної електрохімії. Принципи підбору матеріалів для різних розплавлених середовищ. Поверхневі явища у розплавлених електролітах, їх роль в електролізі таких електролітів. Будова подвійного електричного шару в розплавлених електролітах. (/4/, с. 145; /б/).

Тема 2.

Електролітичне одержання лужних та лужноземельних металів

Електролітичне одержання натрію та сплавів натрію із свинцем. Фізико-хімічні властивості натрію та галузі його застосування. Одержання натрію електролізом розплавленого їдкого натру. Обґрунтування складу електроліту та робочої температури. Теорія електродних процесів, конструкція ванн. Технологічні режими електролізу. Залежність сумарного виходу по енергії від конструкційних особливостей ванни (/1/, с. 507-515, 524-529).

Одержання натрію електролізом розплавленого хлориду натрію . Теорія процесів, склад електроліту, конструкція ванн. Режими електролізу. Рафінування одержаного натрію. Електрохімічне одержання сплавів натрію із свинцем. Питання охорони праці та техніки безпеки. Пошук нових рішень в галузі електролітичного одержання металічного натрію. (/I/, С.507-515, 524-529; /2/, с. 255-265, 281-282; /5/, с. 308-337).

Електролітичне одержання металічного літію, калію та їх сплавів. Фізико-хімічні властивості та застосування таких металів. Сировина для виробництва металічного літію. Теорія процесів. Склад електроліту та робоча температура. Конструкція ванн. Зберігання та транспортування металічного літію (/I/, с.507-529; /2/, с.255-266).

Електрохімічне одержання магнію. Сировина та технологічні схеми її переробки. Склад та властивості електроліту. Основні принципи конструювання ванн з верхнім та боковим вводом анодів. Рафінування магнію. Інформація про електролітичне одержання кальцію, барію, стронцію та їх сплавів. Електрохімічне одержання берилію, титану, цирконію. (/I/, с. 507-529; /2/, с. 255-266, 281-282; /5/, с. 308-337).

Тема 3.Електролітичне одержання алюмінію та тугоплавких металів

Електролітичне одержання алюмінію. Значення алюмінію, його властивості, застосування. Основні види сировини та способи її переробки на кріоліт та глинозем. Склад та властивості робочого електроліту. Теорія процесів. Принципи конструювання ванн. Ванни з самообпаленими анодами з верхнім та боковим підводом струму. Ванни з блочними анодами. (/I/, с. 476-490; /3/, с. 227-252).

Природа анодного ефекту. Його вплив на параметри технологічного процесу. Засоби усунення анодного ефекту.

Рафінування алюмінію. Трьохшарове рафінування. Принципи підбору складу електроліту та анодного матеріалу. Питання охорони праці та техніки безпеки при виробництві алюмінію.

Одержання вольфраму, молібдену, ніобію, танталу, гафнію. Склад електроліту. Електродні процеси. Технологічні режими виділення металів. (/I/, с. 476-490; /3/, С. 227-252; /5/, с. 347-501).

Тема 4. Електрохімічне формування металічних та неметалічних покриттів в іонних розплавах

Гальванічні покриття в іонних розплавах. Особливості катодного осадження металів при електролізі розплавлених солей. Електроліз розплавів як один з ефективних методів нанесення покриттів.

Нанесення алюмінієвих покриттів. Високотемпературні електроліти, їх склад та властивості. Низькотемпературні хлоридні електроліти. Удосконалення якості покриттів за рахунок використання модифікаторів та поверхнево-активних речовин (/8/, /9/).

Безперервне нанесення покриттів з олова на сталі листи. Конструкція ванни та склад електроліту. Режим електролізу.

Електрохімічне цинкування з іонних розплавів, його переваги перед цинкуванням з водних розчинів електролітів.

Технологія осадження вольфрамів покриттів. Склад та властивості електролітів. Вплив кислотно-основних властивостей електролітів на протікання катодних процесів в електролітах вольфрамування (/ 8/, /9/).

Неметалічні покриття з іонних розплавів. Анодне окиснення поверхні алюмінію, титану, ніобію, танталу. Застосування методу при виробництві електроконденсаторів нового покоління. Термоелектрохімічне формування покриттів з боридів, силіцидів, карбідів. Осадження осадів із карбиду вольфраму (/8/).

Сульфідуювання поверхні металічних виробів у високотемпературних електролітах. Значення цього процесу для промисловості.

Технологічний процес та устаткування для одержання карбиду вольфраму. Режими та умови для одержання порошків каталізаторів на основі карбиду вольфраму. Умови одержання осадів карбиду вольфраму з метою зміцнення різального інструмента (/8/).

Іонні розплави як середовище для проведення процесів очистки поверхні металевих виробів від металургійного пригару, окалини, ливарної кераміки, органічних покриттів. Хімічні та електрохімічні теорії процесів очистки. Загальні підходи до вибору складу електроліту та режимів очистки поверхні металів у іонних розплавах (/10/, /II/).

Аномальні явища в електрохімії іонних розплавів. Перенос металу з катода на анод, роль в цьому процесі інтерметалічних сполук. Вплив катіонного складу розплаву на перенос металу. Використання явища для процесу рафінування важких легкоплавких металів. Переваги розробленого методу рафінування (/4/).

Катодне розчинення металів в кисеньвмісних розплавах. Залежність параметрів цього процесу від матеріалу електрода та складу електроліту. Вплив на протікання процесу зміни кислотно-основних властивостей приелектродного шару електроліту. Схеми процесів катодного розчинення в гідроксидних, карбонатних та нітратних розплавах.

Використання явища катодного розчинення металів при електрохімічному поліруванні металів. Схема масопереносу при катодному поліруванні металів у кисеньвмісних розплавлених електролітах. Використання катодного розчинення металів для електрохімічного синтезу оксидів металів з певними функціональними властивостями. (/7/, с. 108-124, 147-150).

Тема 5. Високотемпературні хімічні джерела струму

Огляд історії та сучасного стану розробки високотемпературних хімічних джерел струму. Паливні елементи з електролітами на основі карбонатних розплавів. Літій-хлорні елементи. Елементи живлення на основі електрохімічних систем літій-сульфід заліза та літій-сульфід титану. Літій-нітратні елементи. Джерела струму, в яких використовується розплавлений тетралоралюмінат натрію. Розплавлена композиція сіль-полімер як новий електроліт для високотемпературних хімічних джерел струму (сіль-сольватні електрохімічні системи).

Застосування високотемпературних джерел для живлення спецтехніки та техніки для надглибокого буріння (засвоювати по конспекту). Високотемпературний електрохімічний генератор для перетворення, накопичення, зберігання та раціонального використання енергії, яку одержують від відновлювальних джерел (енергії вітру та сонця). Високотемпературні джерела струму для космічної програми «Апполон».

Основна література

1. Кунтий О.І., Зозуля Г.І. Електроліз іонних розплавів. Виробництво магнію. -Львів: Львівська політехніка, 2006. -208 стор. .
2. Прикладная электрохимия /Под ред. А.П.Томилова.-М.:Химия, 1984.- 580 с.
3. Прикладная электрохимия / Под ред. А.Л. Ротиняна.-Л.: Химия, 1974.- 536 с.

Додаткова література

4. Делимарский Ю.К. Электрохимия расплавленных солей.-К.:Наукова думка, 1984.- 224 с.
5. Баймаков Ю.В., Ветюков М.М. Электролиз расплавленных солей.-М.: Металлургия, 1968.- 560 с.
6. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Введение в электрохимическую кинетику. -М.: Высшая школа, 1983.- 400 с.
7. Ткаленко Д.А. Макрокинетика катодных процессов в гидроксидных й нитратных расплавах. -К.:Наукова думка, 1993.-224 с.
8. Туманова Н.Х., Барчук Л.П. Гальванические покрытия из ионных расплавов.-К.:Техніка, 1983.- 165 с.
9. Барабошкин А.Н. электрокристаллизация металлов из расплавленных солей.- М.: Наука, 1976.-248 с.
10. Делимарский Ю.К., Фишман И.Р., Зарубицкий О.Г. Электрохимическая очистка отливок в ионных расплавах. -М.: Машиностроение, 1976.- 208 с.
11. Зарубицкий О.Г. Очистка металлов в расплавах щелочей.- М.: Металлургия, 1981.- 124 с.

Контрольні питання

1. Аніонний та катіонний склад електролітів, у яких проводять катодну карбідизацію поверхні сталевих виробів.
2. Чому в нітратних і в гідроксидних розплавах стійкі при відсутності зовнішнього струму електроди з міді, нікелю, заліза, платини інтенсивно розчиняються при пропусканні катодного струму ?
3. Густина катодного і анодного струмів при електролітичному одержанні за методами Кастнера та Даунса. Яка робоча напруга встановлюється на клеммах електролізерів, що використовуються для реалізації вказаних методів?
4. Конструкційні та електродні матеріали, що використовуються при виготовленні електролізерів Кастнера для виробництва натрію.
5. Реакції, що відбуваються на позитивному та негативному електродах електролізера для одержання натрію за методом Даунса?
6. Навести склад електроліту для електролітичного одержання алюмінію. Чому внутрішня поверхня електролізера футерується графітовими блоками?
7. Електродні реакції, що відбуваються на позитивному електроді електролізера для одержання алюмінію. Які кінцеві продукти утворюються на аноді при електролітичному одержанні алюмінію ?
8. Високотемпературний електрохімічний синтез карбиду вольфраму WC. Які компоненти входять до складу електроліту? Які процеси відбуваються на катоді при такому одержанні карбиду вольфраму?
9. Процеси, що відбуваються при електрохімічному нанесенні боридних покриттів з іонних розплавів.
10. В електролізерах для одержання алюмінію електролізом криоліто-глиноземних розплавів використовують два типи анодів. При використанні яких анодів в електролізному цеху встановлюються кращі санітарно-технічні умови?
11. Одностадійний електрохімічний метод одержання силуміну – сплаву алюмінію з кремнієм. На яких реакціях базується цей метод?
12. Потенціалвизначаюча рівновага на хлорному електроді порівняння, який використовуються для вимірювання потенціалів у іонних розплавах
13. Електроліз гідроксидних розплавів при одержанні натрію ведуть при температурі 290-300 °С. Чому не доцільно проводити технологічний процес при більш високих температурах ?
14. У високотемпературних хімічних джерелах струму в якості активного матеріалу негативного електрода використовують металічний літій, алюміній і кальцій. Обчислити теоретичну питому ємність таких матеріалів (у розрахунку на 1 кг маси). Атомна маса Li, Al, Ca -7; 27; 40,1 відповідно.
15. Які небажані процеси відбуваються на катоді електролізерів для одержання натрію або магнію, якщо в них загрузити недостатньо зневоднений електроліт?

16. Яким чином підтримується робоча температура у потрібному діапазоні в електролізері для одержання алюмінію?
17. Склад та властивості електролітів для одержання натрію електролізом розплавлених середовищ. Основні та побічні реакції при одержанні натрію електролізом розплавленого хлориду натрію.
18. Схема електролізера для одержання натрію та літію електролізом розплавлених хлоридів.
19. Конструкційні та електродні матеріали в електролізерах для одержання натрію та літію.
20. Головні області застосування іонних розплавів. Значення електрохімії іонних розплавів для народного господарства.
21. Чому лужні і лужноземельні метали, алюміній, магній, титан, цирконій та деякі інші метали одержують тільки електролізом розплавлених електролітів?
22. Чим обумовлене застосування розплавлених електролітів при одержанні гальванічних покриттів? Переваги високотемпературної гальванотехніки.
23. Матеріали, з яких виготовляються аноди та катоди для електрохімічного розкладу кріоліто-глиноземних розплавів
24. Діапазон робочих температур та оптимальний склад електроліту для одержання алюмінію.
25. Метод трьохшарового рафінування алюмінію. Принципи підбору складу електролітів.
26. Загальна схема електролізера для одержання алюмінію з самовідпалюваними анодами.
27. Особливості методу катодно-анодного рафінування металів. Переваги методу. Реакції на обох електродах при реалізації цього методу.
28. Яким чином анодний ефект впливає на технологічні параметри електролізу?
29. Використання розплавлених електролітів при створенні хімічних джерел струму. Типи високотемпературних хімічних джерел струму. Переваги та недоліки таких джерел струму.
30. Чим відрізняються самовідпалювані аноди від попередньо сформованих? Переваги та недоліки тих та інших електродів.
31. Нові напрямки в розробці технологій виробництва алюмінію.
32. Технологія одержання титану електролізом іонних розплавів.
33. Технологія одержання цирконію електролізом іонних розплавів.
34. Використання іонних розплавів для очистки поверхні металів від окалини та пригару.
35. Використання іонних розплавів для хіміко-термічної обробки поверхні металів (азотування, борування, силікування).
36. Схема електролізера для промислового одержання алюмінію з блочними анодами.
37. Високотемпературні паливні елементи. Процеси на електродах таких елементів. Роль оксиду вуглецю у газовій суміші, яка подається на позитивний електрод паливного елемента.

38. Корозійностійкі матеріали для електролізерів з галогенідними та гідроксидними розплавами.
39. Особливості катодного відновлення кисню в гідроксидних розплавах
40. Електрохімічне лудіння сталльної стрічки у розплавлених електролітах. Склад електроліту та технологічні режими процесу.
41. Фізична та хімічна суть аномального явища в електрохімії - переносу металів з катода на анод при електролізі розплавлених солей і гідроксидів.
42. Катодне розчинення металів в розплавах, які вміщують кисневі сполуки.
43. Склад та властивості електролітів для одержання натрію електролізом розплавлених середовищ. Критерії їх вибору.
44. Основні та побічні реакції при одержанні натрію електролізом розплавленого хлориду натрію.
45. Чому при електролізі розплавленого гідроксиду натрію вихід за струмом натрію не перевищує 50-54 % ?
46. Конструкційні та електродні матеріали в електролізерах для одержання натрію та літію. Обґрунтування вибору матеріалів.
47. Принципова схема електролізера для одержання натрію та літію електролізом розплавлених хлоридів.
48. Технологічні режими виробництва натрію електролізом розплавленого гідроксиду натрію
49. Технологічні режими виробництва натрію електролізом розплавленого хлориду натрію.
50. Електрохімічне одержання сплавів натрію зі свинцем в одній стадії.
51. Техніко-економічне порівняння двох методів одержання натрію - електролізом хлориду натрію і гідроксиду натрію.
52. Рафінування кольорових та важких металів електролізом розплавлених середовищ з використанням інтерметалідних процесів
53. Основні види сировини для одержання алюмінію та способи його переробки.
54. Склад та властивості електролітів для одержання алюмінію електролізом розплавлених середовищ. Критерії їх вибору.
55. Катодні та анодні процеси, а також побічні реакції при електролізі кріоліто-глиноземних розплавів.
56. Принципова схема електролізерів для виробництва алюмінію.
57. Технологічні параметри виробництва алюмінію електролізом кріоліто-глиноземних розплавів.
58. Анодний ефект. Його зовнішні прояви. Причини утворення анодного ефекту.
59. Основні види сировини для одержання магнію та методи її переробки.
60. Склад та властивості електролітів для виробництва магнію. Критерії їх вибору.
61. Основні та побічні реакції при одержанні магнію електролізом розплавлених хлоридів.
62. Технологічні режими виробництва магнію.

63. Принципові схеми електролізерів для одержання магнію (з верхнім та боковим вводом анодів).
64. Сировина для одержання кальцію електролізом, оптимальний склад електроліту для одержання кальцію.
65. Принцип роботи "електрода торкання", що використовується при одержанні кальцію.
66. Схема виробництва кальцію з використанням розплавлених металевих катодів.
67. Технологічні режими одержання металічного кальцію.
68. Іонні розплави як особливий вид електролітів для промислового застосування. Переваги і недоліки таких електролітів. Області застосування іонних розплавів.
69. Дати порівняльний аналіз двох технологій електрохімічного методу отримання металевого натрію - по методу Кнастера і по методу Даунса. Переваги і недоліки кожної з технологій.
70. Оксидування металів у іонних кисеньвмісних розплавах. Властивості оксидних покриттів, одержаних на алюмінієвих деталях у нітратних розплавах.

Розділ 2

Хімічні джерела струму

Тема 2.1 . Загальні поняття, принцип дії, термінологія.

Мета та завдання курсу. Визначення ХДС, їх класифікація. Стислі історичні відомості. Сучасний стан, перспективи розвитку ХДС. Створення екологічно чистих джерел електричної енергії (1, стор. 40-47; 2, стор. 418-419; 3, стор. 13-14; 4, стор. 3, 156-158; 5, стор. 6-9, 75-78).

Принципова побудова ХДС та їх електричні характеристики. Хімічні реакції, які мають місце при розряді ХДС. Електрорушійна сила, напруга розімкнутого кола. Напруга при розряді та заряді. Види поляризації, пасивність електродів, вольт-амперні характеристики. Ємність, вплив на неї різних факторів. Коефіцієнти використання активних мас, струму енергії, потужності. Питомі характеристики ХДС. Видатність по струму, по енергії, по напрузі. Загальні вимоги до ХДС. (1, стор. 48-60; 2, стор. 419-422; 3, стор. 14-18; 4, стор. 14, 6-16, 17, 20, 42-54; 5, стор. 13-17, 23-25, 57-74).

Тема 2.2. Первинні ХДС.

Первинні ХДС (ХДС 1 роду). Класифікація первинних ХДС. Сухі марганець-цинкові (МЦ) елементи та батареї. Механізми струмоутворюючих процесів у слабо кислому та лужному середовищах на позитивному та негативному електродах. Особливості роботи цинкового електрода (аноду) в лужних електролітах.

Експлуатаційні характеристики МЦ елементів різних типів. Конструкція та технологія виробництва МЦ елементів та батарей. (1, стор.

61-72; 2, стор. 423-432; 3, стор. 29-38; 4, стор. 208-220, 234-239; 5, стор. 87-111).

Повітряно-цинкові (ПЦ) та повітряно-марганець-цинкові (ПМЦ) елементи. Конструкційні та експлуатаційні особливості. Розрядні характеристики, струмоутворюючі реакції. Області використання. Переваги та недоліки по відношенню з МЦ елементами. (1, стор. 72-75; 3, стор. 21-24; 4, стор. 251-255; 5, стор. 120-124).

Окисно - ртутні (РЦ) первинні ХДС. Струмоутворюючі реакції. Розрядні характеристики. Конструктивні особливості. Переваги та недоліки по відношенню до других первинних ХДС. Області використання. (1, стор. 75-76; 3, стор. 38-40; 4, стор. 231-234; 5, стор. 111-117).

Первинні ХДС з магнієвими анодами та з літієвими анодами. Особливості роботи магнієвих анодів. Експлуатація, характеристики, конструкції ХДС з магнієвими анодами; переваги та недоліки у порівнянні з ХДС з цинковими анодами.

Особливості фізико-хімічних властивостей літію і роботи літієвих анодів. Катодні активні маси, електроліти. Струмоутворюючі реакції в електролітах на основі апротонних розчинників; розрядні характеристики. Переваги та недоліки, області використання ХДС з літієвими анодами, технологія виробництва. (1, стор. 82-85; 2, стор. 428-430, 444-445; 3, стор. 47-48; 4, стор. 265-274, 284-289; 5, стор. 124-135; 10,).

Лекція 8.

Первинні ХДС наливного типу. Резервні ХДС. Засоби активації ХДС. Особливості устрою та експлуатації резервних ХДС різних типів, області їх використання (1, стор. 76-81; 3, стор. 40-46; 4, стор. 274-277; 5, стор. 135-146).

Мідно окисні елементи наливного типу довгого періоду дії. Конструктивні особливості. Струмоутворюючі реакції. Експлуатаційні характеристики, області використання. (3, стор. 19-20; 4, стор. 229-231).

Первинні ХДС з твердим електролітом. Особливості устрою та експлуатації. Області використання. (4, стор. 294-299).

Тема 2.3. Паливні елементи та електрохімічні генератори

Паливні елементи (ПЕ). Можливості прямого перетворення хімічної енергії у електричну. Принципова схема устрою ПУ. Електрохімічні генератори (ЕХГ). Паливо, окислювач, електроліти. Конструкції електродів, двошарові електроди. Переваги та недоліки ПЕ. Принципова схема, струмоутворюючі процеси, області використання ПЕ кожного класу. Особливості роботи, перспективи розвитку ПЕ. (1, стор. 118-123; 2, стор. 346-445; 3, стор. 48-61; 4, стор. 310-339; 5, стор. 148-161).

Тема 2. 4. Вторинні ХДС.

Вторинні ХДС (акумулятори). Класифікація вторинних ХДС. Свинцеві кислотні акумулятори. Призначення акумуляторів різних типів. Побудова акумуляторів. Технологічна схема виробництва, формування електродів.

Теорія подвійної сульфатації. Розрядно - зарядні характеристики. Залежність ємності від різних факторів. Саморозряд. Строк використання. "Хвороби" свинцевих акумуляторів, їх профілактика.

Догляд за свинцевими акумуляторами. Техніка безпеки при їх виробництві та експлуатації. Подальше удосконалення свинцевих акумуляторів. (1, стор. 85-89; 2, стор. 344-485; 4, стор. 169-192; 5, стор. 164-201; 8, стор. 63-82, 109-256).

Лужні нікель-залізні та нікель-кадмієві акумулятори. Побудова, технологічна схема виробництва, формування електродів. Механізм струмоутворюючих реакцій на позитивних електродах НЗ та НК акумуляторів.

Побічні процеси, саморозряд, розрядно-зарядні характеристики позитивного електрода, механізм процесів, які мають місце на негативних електродах НЗ та НК акумуляторів. Особливості роботи негативних електродів, окремі розрядно - зарядні криві.

Експлуатаційні характеристики ламельних лужних акумуляторів. Несправності та їх усунення. Догляд за лужними акумуляторами. Техніка безпеки. (1, стор. 99-107; 2, стор. 485-505; 3, стор. 192-208; 5, стор. 201-223; 8, стор. 82-98, 257-355).

Лужні акумулятори з безламельними електродами. Герметичні нікель-кадмієві (НКГ) акумулятори.

Металокерамічні, фольгові, пресовані, (пастовні) електроди. Особливості їх виготовлення, експлуатаційні характеристики. Переваги безламельних електродів. Області використання акумуляторів з безламельними пластинами різних типів. Акумулятори з комбінованими електродами. (1, стор. 107-109; 2, стор. 505-510; 4, стор. 200-202; 8, стор. 348-355).

Принципи герметизації НК акумуляторів. Малогабаритні НКГ акумулятори. Переваги та недоліки, області використання НКГ акумуляторів. (1, стор. 109-110; 2, стор. 510-513; 4, стор. 123-129).

Срібно-цинкові (СЦ) та срібно-кадмієві (СК) лужні акумулятори. Особливості побудови, типи електродів. Особливості виготовлення електродів, сепарація. Реакції, які мають місце на позитивних електродах СЦ та СК акумуляторів при їх заряді та розряді, пояснення ходу розрядно-зарядних кривих.

Саморозряд СЦ та СК акумуляторів. Сумарні струмоутворюючі реакції в СК та СЦ акумуляторах. Порівняння експлуатаційних характеристик цих ХДС, їх переваги над вторинними ХДС других типів. Недоліки. Області використання СЦ та СК акумуляторів. (1, стор. 111-114; 2, стор. 513-520; 3, стор. 100-106; 4, стор. 239-244; 5, стор. 224-237; 8, стор. 98-104).

Список рекомендованої літератури.

Основна

1. Прикладная электрохимия. Под редакцией А.П. Томилова. - М.: Химия, 1984, 520 с.
2. Прикладная электрохимия. Под редакцией Л.Л. Ротиняна .- Л.: Химия 1974, 536 с.
3. Прикладная электрохимия. Под редакцией Н.Т. Кудрявцева. - М.: Химия, 1975, 551 с.
4. Багоцкий В.С., Скундин А.М., Химические источники тока. - М.: Энергоиздат, 1981, 360 с.
5. Химические источники тока. Под редакцией В.Н.Варыпаева. - М. : Высшая школа, 1990, 240 с.

Допоміжна

6. В.Н.Флеров. Сборник задач по прикладной электрохимии. - М. : Высшая школа, 1987, 318 с.
7. Дамье В.Н., Рысухин Н.Ф. Производство первичных источников тока. - М.: Высшая школа, 1970, 278 с.
8. Дасоян М.А., Новодережкин В.В., Томашевский Ф.Ф. Производство электрических аккумуляторов. - М.: Высшая школа, 1970, 381 с.
9. Коровин Н.З. Новые химические источники тока. - М.: Энергия, 1978, 184 с.
10. Кедринский Н.А., Дмитренко В.Е., Поваров Ю.М., Грудянов И.И. Химические источники тока с литиевым электродом. - Красноярск, Изд.КГУ, 1983, 247 с.
11. Расчеты ХИТ. Методические указания по курсовому проектированию. - Киев, КПИ, 1974, 54 с.
12. Методические указания к лабораторным занятиям по курсу “Технология и оборудование электрохимических производств”. - Киев, КПИ, 1984, - 61 с.
13. Практикум по прикладной электрохимии. Под редакцией П.М. Вячеславова, В.Н.Кудрявцева. - Л.: Химия, 1980, 287 с.
14. Инструкции к лабораторным работам по прикладной электрохимии. Киев, КПИ, 1973, -75с.
15. Методические указания к самостоятельному изучению курса “Прикладная электрохимия», раздел «Химические источники тока». Киев, КПИ, 1990. – 60 с.

Контрольні питання

1. Принципова схема, принцип дії, електричні характеристики первинних джерел струму.

2. Паливо, окислювачі, електроліти і влаштування паливних елементів (ПЕ). Коефіцієнт корисної дії ПЕ.
3. Влаштування свинцевих акумуляторів.
4. Баланс розрядної і зарядної напруги хімічних джерел струму (ХДС).
5. Процес розряду позитивного електрода повітряно – марганець - цинкового (ПМЦ) елемента. Переваги ПМЦ елементів перед марганець – цинковими (МЦ) елементами.
6. Влаштування свинцевих акумуляторів, що не обслуговуються.
7. Внутрішній опір хімічних джерел струму (ХДС). Методи визначення.
8. Струмоутворюючі процеси та влаштування ртутно – цинкових (РЦ) елементів.
9. Шкідлива сульфатація електродів свинцевого акумулятора і методи її усунення. Теоретична, номінальна і фактична ємності хімічних джерел струму (ХДС). Коефіцієнт використання активних речовин у ХДС.
10. Механізм анодного розчинення цинкових електродів у марганець - цинкових (МЦ) елементах.
11. Саморозряд свинцевого акумулятора. Способи, що ведуть до зменшення саморозряду свинцевих акумуляторів. Розрядна і зарядна ємності хімічних джерел струму (ХДС). Методи їх визначення при різних режимах заряду та розряду ХДС.
12. Саморозряд марганець – цинкових (МЦ) елементів і засоби, що ведуть до його зменшення.
13. Влаштування срібно – цинкових (СЦ) акумуляторів. Енергія і потужність хімічних джерел струму (ХДС). Методи визначення при різних режимах розряду і заряду ХДС.
14. Струмоутворюючі процеси на позитивному електроді марганець – цинкового (МЦ) елемента з сольовим і лужним електролітами.
15. Резервні хімічні джерела струму (ХДС). Методи активації резервних. Питомі характеристики хімічних джерел струму (ХДС).
16. Струмоутворюючі процеси на позитивних електродах лужних нікель – залізного (НЗ) та нікель – кадмієвого (НК) акумуляторів.
17. Причини саморозряду срібно – цинкових (СЦ) акумуляторів.
18. Принципи герметизації нікель – кадмієвих акумуляторів. Класифікація, конструктивні особливості і експлуатаційні характеристики свинцевих акумуляторів.
19. Катодні активні речовини для хімічних джерел струму (ХДС) з літійовим анодом. Струмоутворюючі процеси, характеристики.
20. Термодинамічний (ідеальний) коефіцієнт корисної дії паливних елементів.
21. Срібно – цинкові (СЦ) елементи. Влаштування, струмоутворюючі процеси, характеристики.
22. Принцип дії і влаштування паливних елементів (ПЕ) і електрохімічних генераторів.
23. Технологічна схема виробництва марганець – цинкових (МЦ) елементів з сольовим електролітом.

24. Струмоутворюючі процеси в марганець – цинкових (МЦ) елементах з сольовим і лужним електролітом.
25. Електроліти в хімічних джерелах струму (ХДС) з літійовим анодом.
26. Технологічний процес виготовлення намазних електродів свинцевих акумуляторів.
27. Влаштування марганець – цинкових (МЦ) елементів з сольовим електролітом.
28. Струмоутворюючі процеси при циклуванні срібно – цинкових (СЦ) акумуляторів.
29. Процеси на електродах мідно – окисних елементів (МОЕ) при розряді.
30. Процеси на електродах мідно – окисних елементів (МОЕ) при розряді. Саморозряд ртутно – цинкових (РЦ) елементів.
31. Технологічна схема виробництва свинцевих стартерних акумуляторів.
32. Віддача за струмом, напругою та енергією хімічних джерел струму (ХДС).
33. Влаштування повітряно – цинкових (ПЦ) та повітряно – марганець – цинкових (ПМЦ) елементів.
34. Струмоутворюючі процеси на негативних електродах нікель – залізного (НЗ) та нікель – кадмієвого (НК) акумуляторів при їх циклуванні.
35. Розрядно – зарядні криві свинцевого акумулятора. Ознаки кінця заряду.
36. Використання магнієвих анодів в хімічних джерелах струму (ХДС). “Сухі” елементи з магнієвим анодом.
37. Механізм розчинення цинкового анода в мідно – окисному елементі (МОЕ) та його конструкція.
38. Розрядні та зарядні криві нікель – залізних (НЗ) та нікель – кадмієвих (НК) акумуляторів.
39. Баланс зарядної та розрядної напруги хімічних джерел струму (ХДС).
40. Струмоутворюючий процес на аноді в мідно – окисному елементі (МОЕ) та його конструкція.
41. Саморозряд свинцевих акумуляторів.
42. Основні характеристики вторинних хімічних джерел струму (ХДС). Принцип дії вторинних ХДС.
43. Влаштування первинних марганець – цинкових елементів з сольовим і лужним електролітом.
44. Струмоутворюючі процеси при розряді срібно – цинкових (СЦ) елементів.
45. Хімічні джерела струму (ХДС) з твердим електролітом. Влаштування, області використання.
46. Технологія виробництва нікель – залізних (НЗ) та нікель – кадмієвих (НК) акумуляторів.
47. Влаштування марганець – цинкових (МЦ) елементів з лужним електролітом.
48. Використання розрядних і вольт – амперних кривих для визначення характеристик хімічних джерел струму (ХДС).
49. Струмоутворюючі процеси при циклуванні свинцевого акумулятора.
50. Влаштування повітряно – цинкових (ПЦ) та повітряно – марганець – цинкових (ПМЦ) елементів. Цинковий анод у хімічних джерелах струму (ХДС) з лужним електролітом.

51. Влаштування електродів паливних елементів (ПЕ), які використовують газоподібні паливо і окислювач.
52. Визначення потужності і енергії ХДС.
53. Технологічна схема виробництва первинних марганцево – цинкових (МЦ) елементів з сольовим електролітом.
54. Розрядні і зарядні характеристики свинцевого акумулятора.
55. Влаштування і струмоутворюючі процеси в мідно – окисному елементі (МОЕ).
56. Струмоутворюючі процеси при циклуванні нікель-залізних акумуляторів.
57. Влаштування первинних марганець – цинкових елементів з сольовим електролітом.
58. Фактичний коефіцієнт корисної дії паливних елементів.
59. Струмоутворюючі процеси при циклуванні нікель-залізних акумуляторів.
60. Класифікація резервних ХДС. Способи активації.
61. Струмоутворюючі процеси при циклуванні нікель – залізних (НЗ) акумуляторів.
62. Технологія виробництва безламельних електродів нікель – кадмієвих (НК) акумуляторів.
63. Принцип роботи первинних хімічних джерел струму і основні характеристики.
64. Струмоутворюючі процеси при циклуванні герметичних нікель – кадмієвих (НК) акумуляторів.
65. Технологічна схема виробництва стартерних свинцевих акумуляторів.
66. Киснево-водневі паливні елементи. Класифікація.
67. Влаштування і характеристики первинних ХДС з літєвим анодом.
68. Струмоутворюючі процеси на електродах свинцевих акумуляторів.

Розділ 3

Основи процесів осадження і розчинення металів

Тема 3.1. Процеси розчинення і осадження металів у промисловості

Осадження та розчинення металів у виробництвах гальваностегії, гальванопластики, гідроелектрометалургії, порошкової металургії та електрохімічної обробки металів (ЕХО).

[1, с.470-473; 2, с.5-16; 3, с.233-235, 339-346, 351-371; 4, с.7-11; 5, с.5-10]

Тема 3.2. Вимоги до осадів металів, сплавів та композиційних електрохімічних покриттів (КЕП)

Загальні вимоги. Структура металевих осадів: ознаки структури; методи вивчення структури; вимоги до структури осадів у виробництвах, вказаних у п.1.

Відсутність пор, піттингу, тріщин у покриттях. Катодні та анодні металеві покриття, механізм захисної дії металу - основи цими покриттями.

Рівномірність за товщиною осадів металів на поверхні, що покривають.

Адгезія металу-покриття з металом-основи; фактори, що впливають на міцність зчеплення. Сталість складу і структури сплавів та КЕП за товщиною.

Спеціальні вимоги.

[2, с.16-18; 5, с.93-94; 6, с.59-60; 7, с.19-23]

Тема 3.3. Катодні процеси. Вплив різних чинників на перенапругу виділення металу, його структуру і властивості

Зв'язок перенапруги виділення металу, його структури і властивостей. Класифікація металів за величиною металічної перенапруги при їх виділенні із розчинів простих солей Вплив компонентів простих кислих і комплексних лужних електролітів, їх концентрації на перенапругу виділення металу, структуру і властивості одержуваного осаду.

[1, с.476-490; 2, с.42-51; 3, с.242-250; 5, с.81-85; 6, с.23-38]

Механізм дії ПАР на катодне виділення металу. Критерії вибору ПАР для електролітів осадження металів. Включення в катодний осадок металевих та неметалевих домішок. Текстура електролітичних осадів металів. Способи одержання блискучих покриттів. Блискоутворювачі, їх класифікація і механізм дії.

[2, с.44-52; 3, с.270-271; 4, с.335-337; 6, с.43-46]

Вплив умов (режимів) електролізу: густини струму, температури, відносного руху електроліту і електроду, різних режимів поляризуючого струму - на перенапругу виділення металу, його структуру і властивості.

Умови електролітичного одержання губчатих (порошкоподібних) осадів металів.

[2, с.44-52; 3, с.251-254; 5, с.85-89; 6, с.49-89]

Тема 3.4. Сумісне виділення металу і водню.

Потенціали металевих електродів у розчинах їх солей та їх значення для процесів електроосадження. Застосування діаграми Пурбе води для прогнозування можливості виділення водню при електроосадженні металів із електролітів різної природи (на прикладах осадження міді, цинку, нікелю, срібла, олова). Роль перенапруги при сумісному виділенні металу і водню. Негативний вплив побічного процесу виділення водню при електроосадженні металів. Способи зменшення швидкості виділення водню.

[1, с.185-196; 3, с.280-326; 5, с.89-91; 6, с.31-33]

Тема 3.5. Сумісний розряд іонів металів і електрохімічне одержання сплавів

Основні закономірності суміщеного розряду іонів різних металів. Вплив різних факторів на електроосадження сплавів. Електрокристалізація сплавів. Структура і властивості електролітичних сплавів.

[2, с.35-42; 3, с.254-259; 5, с.254-261; 6, с.23-38; 15]

Тема 3.6. Композиційні електрохімічні покриття (КЕП) і матеріали

Види композиційних електрохімічних покриттів і сфери їх застосування. Електроліти - суспензії та їх властивості. Порошкові матеріали, що використовуються для одержання КЕП. Механізм і кінетика утворення КЕП. Вплив різних факторів на утворення і склад КЕП.

Композиційні електрохімічні матеріали (КЕМ). Особливості електроосадження металів в процесах одержання КЕМ.

[3, с.271-273; 8, с.1-70; 9]

Тема 3.7. Розподіл струму і металу на катодній поверхні

Загальні відомості. Природа розсіювальної здатності електролітів і механізм перерозподілу струму в них. Вплив різних факторів на розподіл струму і металу. Способи оцінки розсіювальної здатності електролітів.

Мікророзсіювальна здатність електролітів. Криюча здатність електролітів.

Способи покращення рівномірності розподілу металу на катоді.

[2, с.29-35; 3, с.259-270; 5, с.93-104; 6, с.59-88]

Тема 3.8. Адгезія електролітичних осадів металів до поверхні, яка покривається

Якість поверхні виробів, що покривають. Фактори, які впливають на адгезію осадів до поверхні, що покривають.

Підготовка поверхні виробів перед осадженням металів. Механічні способи підготовки: шліфування, полірування, галтування, вібраційні та струминноабразивні способи обробки, крацювання. Механізм перебігу вказаних процесів.

Хімічні та електрохімічні способи підготовки поверхні виробів перед осадженням металів: знежирення в органічних розчинниках; хімічне знежирення в лужних розчинах і миючих засобах; емульсійне знежирення; електрохімічне знежирення; хімічне травлення та електрохімічне травлення; суміщене знежирення і травлення; активація поверхні. Механізм перебігу вказаних процесів. Промивка поверхні, яку покривають, між підготовчими операціями.

[2, с.174-185; 3, с.275-280; 5, с.17-60; 6, с.91-118]

Контактний обмін металів (цементация) в технічній електрохімії. Механізм і кінетика контактного обміну металів (цементация).

Способи збільшення швидкості процесу цементация при виділенні металів в гідрометалургії і очистці стічних вод. Способи подавлення чи зменшення швидкості контактного обміну металів у гальванотехніці.

Використання контактного обміну металів для одержання покриттів, внутрішній електроліз.

Хімічне відновлення металів.

[2, с.17, 86; 4, с.373-382; 6, с.246-247; 10]

Тема 3.9. Осадження покриттів на легкі метали

Осадження металів на алюміній, магній, титан та їх сплави.

Осадження металів із неводних розчинів.

Теоретичні передумови вибору електролітів для осадження металів, сплавів.

[2, с.60-63, 191-195; 3, с.332-334; 5, с.274-284;]

Тема 3.10. Анодні процеси. Анодна поведінка металів у процесах гальванотехніки, ГЕМ та ЕХО

Використання розчинних і нерозчинних анодів у гальванотехніці, ГЕМ та ЕХО. Анодне розчинення чистих металів і металів, які містять металеві і неметалеві домішки.

Розчинення анодів з утворенням катіонів різного заряду. Анодне розчинення сплавів.

Механізм пасивації металевих анодів. Пасивація розчинних анодів і способи її усунення. Матеріали нерозчинних анодів, які використовуються у гальванотехніці та гідрометалургії. Електрохімічні процеси на нерозчинних анодах.

[1, с.492-503; 2, с.56-60; 3, с.10-17; 4, с.346-358; 12, с.17-143; 13, с.36-47; 14]

Тема 3.11. Електрохімічне і хімічне полірування

Основи теорії процесів електрохімічного і хімічного полірування. Електрохімічне і хімічне полірування сталі.

[3, с.344-345; 5, с.60-70; 16]

Тема 3.12. Неметалеві покриття, які одержують при анодному розчиненні металу-основи

Загальні відомості. Теорія процесів утворення оксидних і фосфатних плівок на сталі. Механізм утворення анодних плівок на алюмінії та його сплавах.

[3, с.342-344; 5, с.284-314]

Розділ 3

Список рекомендованої літератури

Основна:

1. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія.-К: Либідь, 1993.-544с.
2. Орехова В.В., Байрачный Б.И. Теоретические основы гальваностегнических процессов. - К: Выща школа, 1988.-208с
3. Прикладная электрохимия/под ред. А.П.Томилова, - М: Химия, 1984.-520с

4. Ротинян А.Л., Тихонов К.И., Шошина И.А. Теоретическая электрохимия. Л: Химия, 1981.- 424с,

Додаткова:

5. Дасоян М.А., Пальмская И.И., Сахарова Е.П. Технология электрохимических покрытий. - Л: Машиностроение, 1989.-391с

6. Кудрявцев Н.Т. Электролитические покрытия металлами. - М: Химия, 1979.-352с

7. Поветкин В.В., Ковенский И.М. Структура электрохимических покрытий. - М: Metallurgy, 1986.-136с.

8. Антропов Л.И. Лебединский Ю.Н. Композиционные электрохимические покрытия и материалы. - К: Техника, 1986.-200с

9. Бородин И.Н. Порошковая гальванотехника. - М: Машиностроение, 1990.-240с

10. Ротинян А.Л., Хейфец В.Л. Теоретические основы процесса контактного вытеснения металлов. Конспект лекций. - Л: Технологический институт, 1979.-48с

11. Костин Н.А., Кублановский В.С., Заблудовский В.А. Импульсный электролиз. - К: Наукова думка, 1989.-168с

12. Баймаков Ю.В., Журин А.И. Электролиз в гидрометаллургии, М: Государственное НТ Изд-во литературы по чёрной и цветной металлургии, 1963.-616с.

13. Киш Л. Кинетика электрохимического растворения металлов. Пер. с англ. - М: Мир, 1990.-272с

14. Атанасянц А.Г. Анодное поведение металлов: Учеб.пособие для вузов. - М: Metallurgy, 1989.-151с

15. Вячеславов П.М. Электролитические сплавы. - Л: Машиностроение, 1985.

16. Румянцев Е.М., Давыдов А.Д. Технология электрохимической обработки металлов. - М: Высшая школа, 1984.

17. Садаков Г.А, Гальванопластика, М: Машиностроение, 1987.-283с.

18. Сборник задач по теоретической электрохимии/Под ред. Ф.И.Кукоза.- М: Высшая школа, 1982.-160с.

19. Флеров В.Н. Сборник задач по прикладной электрохимии.-М: Высшая школа, 1987.-319с.

20 - 22. Методичні вказівки до відповідних лабораторних робіт в комп'ютерному наборі.

23. Гальванічні покриття. Методичні вказівки до лабораторних занять з курсу “Прикладна електрохімія”, розділ “Гальванотехніка”, ч.1,/Укл.В.Ф.Панасенко, Л.А.Яцюк, Ю.Ф.Фатєєв, Т.І.Мотронюк.- К:КПІ, 1994.-52с.

24. Практикум по прикладной химии: Учебное пособие для вузов/ Под ред. В.Н.Варыпаева, В.Н.Кудрявцева, Л:Химия, 1990.-304с.

25. Методичні вказівки до лабораторних занять, розділ “Неметалеві покриття”/Укл. В.Ф.Панасенко, Ю.Ф.Фатєєв, Л.А.Яцюк, Т.І.Мотронюк.- К:КПІ, 1994.-36с.

Контрольні питання

1. Використання процесів електроосадження металів в гальванотехніці та гідроелектрометалургії.
2. Класифікація гальванічних покриттів.
3. Вимоги, які ставлять до металевих осадів в гальванотехніці.
4. Механізм захисної дії поверхні сталевих деталей мідними та цинковими покриттями.
5. Можливі стадії процесів електросадження металів та причини їх сповільнення.
6. Механізм електрокристалізації металів.
7. Класифікація металів за значеннями металевої перенапруги при осажденні їх з розчинів солей.
8. Причини різної поляризації при осажденні металів з електролітів на основі простих і комплексних іонів (на прикладі осаждення міді із сульфатного і ціанідного розчинів).
9. Призначення компонентів електролітів для електроосадження металів.
10. Механізм дії ПАВ на катодне осаждення металів.
11. Критерії вибору ПАВ.
12. Блискоутворювачі, їх класифікація та механізм дії.
13. Вплив режимів електролізу на поляризацію виділення металів та якість електролітичних осадів.
14. Вплив імпульсного електролізу на поляризацію виділення металів та якість електролітичних осадів.
15. Вплив "поштовху струму" та реверсивного струму на поляризацію виділення металів та якість електролітичних осадів.
16. Причини утворення губчатих (порошкоподібних) металевих осадів на катоді.
17. Теоретичні передумови вибору електроліту для електросадження металів.
18. Стабільність електролітів для електроосадження металів.
19. Порівняльна характеристика електролітів міднення.
20. Вплив концентрації іонів металу в електроліті на основні характеристики процесів електросадження металів.
21. Вплив різних факторів на сумісне виділення металу та водню.
22. Природа перенапруги виділення водню на різних металах (на прикладі нікеля, цинку).
23. Сумісне виділення міді і водню в сульфатних і ціанідних електролітах.
24. Вплив процесу виділення водню на структуру і властивості осаджуваного металу.

25. Способи усунення негативного впливу водню в процесах електроосадження металів.
26. Причини виникнення поруватих осадів при електроосаженні металів.
27. Сумісний розряд іонів металів на катоді і електрохімічне одержання сплавів.
28. Структури сплавів, які формуються на катоді при електроосаженні.
29. Деполяризація і надполяризація при електрохімічному одержанні сплавів.
30. Багатошарові металеві покриття. Механізм захисної дії сталевих деталей бі-, три- і сіл-нікелем.
31. Композиційні електрохімічні покриття. Вплив різних факторів на співосадження матричного металу і дисперсних частинок.
32. Електроосадження металів із неводних розчинів.
33. Причини нерівномірного розподілу металу на поверхні катоду.
34. Вплив геометричних параметрів на розподіл струму і металу на катодній поверхні.
35. Вплив електрохімічних параметрів на розподіл струму і металу на катодній поверхні.
36. Способи покращення рівномірності розподілу металу на поверхні катода.
37. Розсіювальна здатність електроліту. Визначення розсіювальної здатності електролітів в щілевій комірці Моллера.
38. Відмінність механізмів макро- і мікророзподілу струму та металу.
39. Вплив різних факторів на адгезію металу покриття з металом основи (деталі).
40. Механічне шліфування і полірування, механізми вказаних процесів.
41. Хімічне знежирення поверхні деталей в органічних розчинниках та лужних розчинах, механізми вказаних процесів.
42. Електрохімічне знежирення в лужних розчинах, його переваги в порівнянні з хімічним.
43. Вибір режимів електрохімічного знежирення в лужних розчинах деталей, виготовлених зі сталі, міді, алюмінію.
44. Хімічне травлення заліза та його сплавів в розчинах соляної та сірчаної кислот.
45. Електрохімічне травлення заліза та його сплавів в розчинах соляної та сірчаної кислот. Порівняння ефективності хімічного та електрохімічного травлення.
46. Електрохімічне полірування металів. Механізм вказаного процесу. Характеристика електролітів для полірування металів.
47. Порівняння хімічного та електрохімічного полірування металів.
48. Використання контактного осаження металів в гальванотехніці та гідрометалургії.
49. Негативний вплив контактного обміну металів при осаженні покриттів (на прикладі осаження мідного покриття на залізну деталь).

50. Способи збільшення швидкості цементації при вилученні металів із розчинів.
51. Зміна швидкості цементації з часом. Основні та побічні реакції при цементації.
52. Масометричний спосіб визначення швидкості контактного обміну металів.
53. Електрохімічний спосіб визначення швидкості контактного обміну металів (метод поляризаційних діаграм).
54. Способи подавлення контактного обміну шляхом катодного захисту металу основи в процесі нанесення гальванічного покриття (на прикладі пари мідь-залізо).
55. Анодна і хімічна пасивація металів.
56. Електросадження металевого покриття в інтервалі потенціалів анодного захисту металу основи (на прикладі срібло-залізо).
57. Анодна поведінка металів. Розчинні та нерозчинні аноди в гальванотехніці та гідроелектрометалургії.
58. Причини пасивації розчинних анодів та способи її усунення.
59. Плівкова та адсорбційна теорії пасивації металів.
60. Анодне розчинення металів до іонів різного ступеня окиснення в простих та комплексних розчинах.
61. Правило Лютера.
62. Розчинення багатокomпонентного аноду.
63. Частковорозчинні та комбіновані аноди в гальванотехніці.
64. Механізм пасивації свинцевих анодів в сульфатних розчинах. Використання вказаних анодів в гальванотехніці та гідрометалургії.
65. Механізм пасивації нікелевих анодів в лужних розчинах. Використання вказаних анодів в гальванотехніці.
66. Анодування алюмінію та його сплавів. Механізм і кінетика утворення оксидних плівок.
67. Характеристика електролітів для анодування алюмінію і його сплавів.
68. Вплив різних факторів на властивості оксидних плівок Al_2O_3 .
69. Способи одержання фосфатних плівок на залізі, механізм і кінетика процесу фосфатування.
70. Інтенсифікація процесів електроосадження металів.
71. Анодне розчинення сплавів. Типи анодів, які використовують при електроосадженні сплавів.
72. Способи хімічного осадження металів їх переваги та недоліки в порівнянні з електрохімічними.
73. Механізм і кінетика процесів хімічного відновлення металів.
74. Мідь осаджують із розчину, який містить $100 \text{ г/л } CuSO_4 \cdot 5H_2O + 50 \text{ г/л } H_2SO_4$, при густині струму 1 А/дм^2 і кімнатній температурі. Вкажіть можливі способи прискорення осадження міді.