

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова Вченої ради
Хіміко-технологічного
факультету



Астрелін І.М.

2017 р.

ПРОГРАМА ВСТУПНОГО ІСПИТУ

третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
для здобуття наукового ступеня доктор філософії

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ	16 Хімія
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ	161 Хімічні технології та інженерія

Ухвалено Вченою радою
хіміко-технологічного факультету
Протокол № 4 від « 24 » квітня 2017 р.

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2017

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Лінючева Ольга Володимирівна, доктор технічних наук,
професор, завідувач кафедри технології електрохімічних
виробництв

Фокін Андрій Артурович, доктор хімічних наук, професор,
завідувач кафедри органічної хімії та технології органічних
речовин

Корнілович Борис Юрійович, член-кореспондент, доктор
хімічних наук, професор, завідувач кафедри технології
кераміки та скла

Свідерський Валентин Анатолійович доктор технічних наук,
професор, завідувач кафедри технології композиційних
матеріалів

Толстопалова Наталія Михайлівна, кандидат технічних наук,
доцент, в.о. завідувача кафедри технології неорганічних
речовин та загальної хімічної технології

Чигиринець Олена Едуардівна, доктор технічних наук,
професор, завідувач кафедри фізичної хімії

Андрійко Олександр Опанасович, доктор хімічних наук,
професор, завідувач кафедри загальної неорганічної хімії

З 1 вересня 2016 року почав діяти Закон України «Про вищу освіту» №1556-VII від 01.07.2014 та Положення про порядок підготовки фахівців ступенів доктора філософії в аспірантурі у вищих навчальних закладах затвердженого Кабінетом Міністрів України від 23.02.2016 р.

При цьому пройшов перехід на нові спеціальності, а саме, для хіміко-технологічного факультету це 161 – Хімічні технології та інженерія.

Ця спеціальність має широкий спектр наукових напрямлень:

- Технологія неорганічних речовин та водоочищення;
- Технологія органічних речовин;
- Технічна електрохімія;
- Хімічний опір матеріалів;
- Технологія кераміки та скла;
- Технологія в'язучих речовин;
- Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів;
- Фізична хімія;
- Неорганічна хімія.

Програма вступного іспиту до аспірантури за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія розрахована на вступників до аспірантури на здобуття наукового ступеня доктора філософії (технічні науки). Ця програма складається в обсязі навчальних програм для вищих навчальних закладів IV рівня акредитації.

Програма містить систему теоретичних та прикладних положень з хімічної технології та інженерії, які дозволять претендентам на здобуття наукового ступеня доктора філософії опанувати комплекс необхідних і обов'язкових знань, основних понять та категорій.

Вступники до аспірантури складають іспит із спеціальності в обсязі навчальних програм для спеціаліста (магістра), затверджених Вченою радою ХТФ на основі яких складена дана Програма.

Мета складання вступного іспиту – проведення та оцінювання фундаментальних та прикладних знань вступників з хімічної технології та інженерії та встановлення їх достатності для проведення наукових досліджень в обраній галузі.

Зміст програми

Глава 1. Технологія неорганічних речовин.....	4
Глава 2. Технологія водоочищення.....	22
Глава 3. Технологія органічних речовин.....	27
Глава 4. Технічна електрохімія.....	32
Глава 5. Хімічний опір матеріалів та захист від корозії.....	40
Глава 6. Неорганічна хімія.....	49
Глава 7. Технологія полімерних і композиційних матеріалів.....	66

ГЛАВА 1. Технологія неорганічних речовин

РОЗДІЛ І

ОСНОВИ ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН (ОСНОВНІ ПРОЦЕСИ ТЕХНОЛОГІЇ НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН)

1.1.1. Хіміко-технологічні системи як сукупність взаємопов'язаних процесів. Поняття - система, підсистема, елемент. Зв'язок елементів параметри стану вхідних та вихідних потоків; конструктивні та технологічні змінні. Види технологічних зв'язків. Критерії оптимальності, методи оптимізації ХТС. Системний підхід - методологічний принцип досліджень об'єктів. Особливості системи. Класифікація моделей ХТС. Структура технологічних систем. Ефективність функціонування технологічних систем.

1.1.2. Теплові процеси та апарати. Основи теплопередачі в хімічній апаратурі. Засоби нагріву в хімічній технології (нагрів водяною парою, перегрітою водою, висококиплячими органічними рідинами та їх парами, розплавленими солями, за допомогою ртуті та рідких металів, топковими газами). Випарювання. Охолодження та конденсація. Принципи будови холодильних машин. Термодинамічні основи отримання низьких температур. Випарювання низькокиплячих рідин, дроселювання газів. Охолодження газів під час розширення у детандері. Холодильні машини, холодильні агенти та холодоносії. Глибоке охолодження. Устаткування для зрідження газів.

1.1.3. Масообмін та механічні процеси. Основи масопередачі. Швидкість масопередачі. Розділення газових сумішей абсорбцією та адсорбцією. Рівновага при абсорбції та адсорбції.

Процеси екстракції. Закони розподілу. Коефіцієнт селективності або розподілу. Методи екстракції.

Розділення гомогенних систем. Перегонка рідини.

Процеси розчинення; фізичне та хімічне розчинення. Загальні закономірності розчинення. Моделі хімічного розчинення речовин. Основні способи розчинення (екстракції).

Кристалізація. Особливості масової кристалізації. Рівновага при кристалізації. Кінетика масової кристалізації. Типи масової кристалізації. Інкубаційний період кристалізації. Швидке зростання кристалів. Старіння кристалів.

Сушіння. Види сушіння.

Процеси розділення суспензій. Властивості суспензій. Осадження твердих частинок у полі сил тяжіння. Осадження твердих частинок під впливом відцентрових сил. Фільтрування суспензій. Промивка осаду.

1.1.4. Піни у виробництві. Геометричні правила Плато. Властивості пін. Фактори, що впливають на піноутворюючу здатність та стабільність пін. Структурно-механічні властивості пін. Теорії стабільності пін. Фактори, що забезпечують стійкість пін. Кінетика піноутворення. Процеси мимовільного руйнування пін. Практичне використання пін: використання пін у флотації,

пиловловлюванні та пилопридушенні. Піногасіння в технологічних процесах. Хімічне піногасіння. Фізичні та механічні засоби боротьби з піноутворенням.

1.1.5. Процеси кондиціонування у виробництві мінеральних солей та добрив. Види покриття для модифікування. Механізм дії модифікаторів. Типи модифікаторів. Ефективність модифікування. Вимоги до покриттів.

РОЗДІЛ 2

КАТАЛІЗ ТА ТЕХНОЛОГІЯ КАТАЛІЗАТОРІВ В ХІМІЧНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

1.2.1. Значення каталізу в хімічній промисловості та енергетиці. Каталізу у природі. Значення каталізу для захисту навколишнього середовища. Визначення каталізу і каталізаторів. Роль каталізу при перебігу хімічних реакцій. Проблемні питання теорії та практики гетерогенного, гомогенного, аерозольного та ферментативного каталізу. Основні стадії в кінетиці гетерогенного каталізу. Порувата структура каталізаторів. Визначення швидкості лімітуючої стадії гетерогенного каталітичного процесу. Моделювання кінетики гетерогенних каталітичних процесів.

1.2.2. Умови експлуатації каталітичних систем. Взаємозв'язок хімічного складу і методів приготування каталізаторів з умовами їх експлуатації. Вимоги до промислових каталізаторів в технології неорганічних речовин. Головні фізико-хімічні характеристики промислових каталізаторів: активність, селективність, термічна стійкість, отруєння каталізаторів.

1.2.3. Наукові основи підбору каталізаторів та перспективи їх розвитку. Основні методи приготування каталізаторів. Технологія каталізаторів. Проблема сировини для приготування каталізаторів.

РОЗДІЛ 3

ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРОМИСЛОВИХ ГАЗІВ ДІЯ ВИРОБНИЦТВА ЗВ'ЯЗАНОГО АЗОТУ

1.3.1. Сировина для азотної промисловості. Класифікація методів виробництва азоту і водню-основних джерел сировини для виробництва зв'язаного азоту.

1.3.2. Виробництво азоту. Фізичні і хімічні властивості молекулярного та атомарного азоту (нітрогену). Азот та його значення в природі і народному господарстві. Кругообіг азоту в природі. Методи фіксації азоту повітря. Біологічні методи фіксації. Сучасні методи фіксації: термічні та плазмохімічні методи для отримання оксидів нітрогену, електроіонізаційні методи, лазерна хімія. Утилізація оксидів азоту при роботі МГД - генераторів. Методи отримання чистого азоту. Використання методу глибокого охолодження повітря і ректифікації повітря з метою отримання азоту.

Глибоке охолодження газів. Термодинамічні основи техніки зрідження газів. Методи отримання низьких температур. Праці Ломоносова, Менделєєва, Джоуля, Томсона, Лінде, Клода, Капіці в галузі холодильної техніки.

Рівновага рідина-пар в системі азот-кисень. Теоретичні основи процесів виділення із повітря кисню, азоту та рідкісних газів. Принципи організації схем установок для розділення повітря. Методи отримання азоту, кисню і рідкісних газів із повітря. Техніко-економічні показники. Техніка безпеки роботи установок розділення повітря. Отримання чистих рідкісних газів. Хімія рідкісних газів. Використання рідкісних газів в промисловості.

1.3.3.Виробництво водню. Фізичні і хімічні властивості молекулярного та атомарного водню (гідрогену). Роль водню в промисловості. Ізотопи водню та перспективи їх використання в народному господарстві. Водень в природі. Кругообіг водню в природі. Методи отримання водню в промисловості: фізичні, хімічні, термічні, фізико-хімічні, електрохімічні, радіаційні. Сировина для виробництва водню. Проблеми сировини для виробництва водню. Використання палива: вугілля, нафти, природного газу. Запаси палива. Вода як сировина для виробництва водню.

1.3.4.Виробництво водню методом переробки коксового газу. Теорія процесу розділення коксового газу методом фракційної конденсації. Установки розділення коксового газу. Розділення природного газу з метою отримання метану і гелію. Розділення за допомогою пористих мембран. Виробництво дейтерію та важкої води.

Виробництво водню при використанні вуглеводневої сировини. Отримання водню із води за допомогою металів та оксидів металів.

Отримання водню методом газифікації палива. Технологія газифікації палива. Метанізація вугілля.

Отримання водню методом конверсії природного газу. Методи конверсії. Характеристика природного газу. Очищення газу від сірковмісних сполук. Методи очищення. Теорія крекінгу та конверсії. Технологічні схеми конверсії метану. Каталізатори конверсії. Каталізатори конверсії оксиду вуглецю (II) водяною парою. Технологія конверсії метану та оксиду вуглецю (II). Промислові установки конверсії під тиском та тиском, близьким до атмосферного. Очищення конвертованого газу від оксиду вуглецю (II) (хімічні та фізичні методи). Очищення конвертованого газу від оксиду вуглецю (II). Компримування конвертованого газу, Техніко-економічні показники роботи установок конверсії метану та оксиду вуглецю (II). Використання тепла реакції. Автоматизація. Техніка безпеки. Проблема транспортування водню.

1.3.5.Фізико-хімічні методи отримання водню. Використання адсорбції для виділення водню із водньовмісних газів. Статика, кінетика і динаміка адсорбції. Схеми адсорбційних установок. Можливість використання пористих мембран для розділення багатоконпонентних газів. Адсорбенти, їх властивості: активне вугілля, силікагель, синтетичні і природні цеоліти.

1.3.6.Електрохімічні методи отримання водню. Теоретичні основи розкладу води. Електроліти, матеріали для анодів та катодів. Промисловий електроліз води. Використання водню при електролізу солей.

РОЗДІЛ 4

ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗВ'ЯЗАНОГО АЗОТУ

1.4.1. Значення сполук зв'язаного азоту в народному господарстві - для промисловості і сільського господарства. Синтез аміаку - найекономічніший метод фіксації азоту.

1.4.2. Синтез аміаку. Фізичні і хімічні властивості аміаку. Роботи Ле-Шательє, Нернста, Габера, Іпатьєва, Доджа, Тьомкіна, Атрощенко в галузі синтезу аміаку. Системний аналіз роботи агрегатів синтезу аміаку. Термодинаміка: вплив на рівновагу реакцій синтезу температури, тиску, співвідношення азот - водень. Кінетика синтезу. Каталізатори. Вплив на швидкість синтезу температури, тиску, об'ємної швидкості, інертів. Класифікація колон синтезу. Конструкція колон.

Організація температурного режиму в колонах синтезу. Компресори синтез-газу: циркуляційні та аміачні. Конденсаційні та сепараційні системи агрегатів синтезу аміаку. Автоматизація. Техніка безпеки. Методи переробки продувних та танкерних газів. Зберігання та транспортування аміаку. Характеристика технологічних та енерготехнологічних схем синтезу аміаку. Компоновка обладнання. Оптимізація технологічного процесу. Техніко — економічні показники виробництва аміаку. Перспективні напрямки науково-технічного прогресу в технології аміаку.

1.4.3. Синтез метанолу. Роботи Патара, Долгова з синтезу метанолу із водню та оксиду вуглецю (II). Сировина для синтезу метанолу. Термодинаміка та кінетика синтезу метанолу. Каталізатори, їх приготування. Технологічні схеми синтезу.

1.4.4. Виробництво азотної кислоти. Значення робіт Андрєєва, Оствальда, Атрощенко в виробництві азотної кислоти методом каталітичного окиснення аміаку. Фізико — хімічні основи окиснення аміаку. Шляхи зниження витрат платини. Методи утилізації платини. Не платиновані каталізатори. Окиснення оксиду азоту (II). Інтенсифікація процесу окиснення.

Абсорбція оксидів азоту водою. Методи очищення викидних газів. Технологія високотемпературного та селективного очищення. Технологічні схеми виробництва розведеної азотної (нітратної) кислоти: схема під тиском 0,73 МПа, АК-72, АК-72М. Новітні агрегати для виробництва азотної (нітратної) кислоти, фізико — хімічні основи отримання азотної кислоти методом прямого синтезу. Методи концентрування азотної кислоти. Автоматизація. Охорона праці. Перспективні напрямки науково-технічного прогресу в технології азотної (нітратної) кислоти.

РОЗДІЛ 5

ТЕХНОЛОГІЯ СІРКИ І СУЛЬФАТНОЇ КИСЛОТИ

1.5.1. Значення сірки і сульфатної кислоти для хімічної галузі та народного господарства. Джерела сірковмісної сировини і їх характеристика - природна сірка, сірковмісні мінерали, руди, промислові відходи, попутні та викидні гази. Способи добування і збагачення природної сірки. Одержання сірки із сірковмісних газів. Властивості сірки і прийняття їх до уваги при переробці сірки.

Сучасні і перспективні тенденції у використанні окремих видів сірковмісної сировини при виробництві сульфатної кислоти.

Фізико — хімічні властивості оксидів сірки, сульфатної кислоти, олеуму. Теоретичні і технологічні основи одержання оксиду сірки (IV) із сірки, колчедану, сірководню. Склад одержаного сірчистого газу, конструктивні особливості сучасного обладнання для спалювання сірковмісної сировини. Утилізація тепла газів випалювання. Способи транспортування та утилізації колчеданного недогарку. Очистка сірчистого газу від пилу та "контактних отрут". Одержання зрідженого оксиду сірки (IV). Охорона праці і техніка безпеки в відділенні одержання сірчистого газу.

Теоретичні основи контактного окиснення оксиду сірки (IV): статика, кінетика, лінія оптимальних температур, вплив тиску. Типи сучасних каталізаторів та методи їх приготування. Механізм "отруєння" ванадієвих каталізаторів.

Класичні технологічні схеми контактного одержання сульфатної кислоти: одинарне контактування, типи контактних апаратів, фізико — хімічні закономірності і апаратурне оформлення абсорбції оксиду сірки (IV), недоліки таких схем.

Теоретичні і технологічні основи систем з подвійним контактуванням-подвійною абсорбцією. Контактні системи з застосуванням тиску. Циркуляційні схеми: обов'язкові і необхідні умови, технологічне оформлення.

Виробництво контактної сульфатної кислоти за методом С.О.(сухої очистки): фізико — хімічні особливості, технологічне оформлення.

Принципові положення повної утилізації хімічної і теплової енергії у виробництві контактної сульфатної кислоти, енерготехнологічні схеми і агрегати. Виробництво сульфатної кислоти із сірководню: виділення сірководню з газових сумішей, особливості реалізації "мокрого каталізу".

Принципові положення теорії стійкості систем і параметричної чутливості та її застосування у технології контактної сульфатної кислоти.

Фізико — хімічні основи і технологічні прийоми знешкодження викидних газів сульфатнокислотних виробництв. Утилізація селену і телуру в сульфатнокислотному виробництві.

1.5.2. Теоретичні основи і технологія нітрозного способу виробництва сульфатної кислоти. Можливі шляхи його повернення до практичного використання.

1.5.3. Одержання висококонцентрованого олеуму. Методи концентрування та переробки слабких та відпрацьованих розчинів сульфатної кислоти.

1.5.4. Прогресивні рішення та перспективні напрямки розвитку технології сульфатної кислоти: нестационарний каталіз, контактні апарати зі струминно-циркуляційним шаром каталізатору, замкнені і відкриті електрохімічні схеми сумісного одержання водню, кисню і сульфатної кислоти, утилізація оксиду сірки (IV) зі слабкоконцентрованих (викидних) промислових і енергетичних газів, АСК ТП, одержання хімічно - чистої сульфатної кислоти тощо.

Конструкційні матеріали у виробництві сульфатної кислоти. Охорона праці та техніка безпеки у сульфатнокислотних виробництвах.

РОЗДІЛ 6

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ХЛОРОВОДНЮ ТА СОЛЯНОЇ КИСЛОТИ

Фізико-хімічні властивості хлороводню та соляної кислоти. Области застосування хлороводню та соляної кислоти. Методи отримання хлороводню: сульфатний, синтетичний, абгазний, хлорорганічний. Абсорбція хлороводню за ізотермічними, адіабатними та комбінованими умовами. Виробництво синтетичної та реактивної соляної кислоти. Методи очищення та одержання хлороводню і соляної кислоти із відходів неорганічних та органічних виробництв. Зберігання та транспортування хлороводню та соляної кислоти. Аналітичний контроль і автоматизація у виробництві хлороводню та соляної кислоти. Конструктивні та футеровочні матеріали у виробництві хлороводню і соляної кислоти.

РОЗДІЛ 7

ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ФОСФОРНОЇ КИСЛОТИ, МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ТА ДЕЯКИХ НЕОРГАНІЧНИХ СОЛЕЙ

1.7.1. Значення мінеральних добрив та неорганічних солей у народному господарстві. Значення діючих елементів (N, P, K) у розвитку, рості та обміну речовин рослин. Класифікація мінеральних добрив. Кормові солі, їх значення. Значення добрив в інтенсифікації сільського господарства. Сировина для виробництва мінеральних добрив і солей. Масштаби виробництва, асортимент мінеральних добрив, державні стандарти.

1.7.2. Виробництво елементарного фосфору та термічної монофосфорної кислоти. Властивості фосфору та його застосування. Сировина для виробництва фосфорних сполук, її родовища, запаси, методи збагачення і комплексного, використання. Проблемні питання сировинної бази фосфорних сполук в Україні.

Основи електротермічного виробництва фосфору. Переробка елементарного фосфору на монофосфорну кислоту. Технологічні схеми і їх

апаратурне оформлення. Основні техніко-економічні показники електротермічного виробництва фосфору і фосфорної кислоти. Безпечні методи проведення технологічного процесу та якість термічної фосфорної кислоти.

1.7.3. Виробництво фосфорної кислоти сульфатнокислотним способом. Екстракційна фосфорна кислота (ЕФК) та галузі її використання.

Вимоги до фосфатної сировини у виробництві ЕФК. Фізико-хімічні основи виробництва і вибір оптимального технологічного режиму. Типи технологічних схем, їх аналіз, апаратурне оформлення. Якість ЕФК, методи її очищення. Техніко-економічний аналіз виробництва ЕФК. Безпечні прийоми ведення процесу.

1.7.4. Виробництво простого суперфосфату. Сировина, вимоги до неї. Теоретичні основи розкладання фосфатної сировини сульфатною кислотою. Вибір оптимального режиму виробництва. Аналіз існуючих схем виробництва простого суперфосфату камерним і потоковим способами. Контроль та шляхи підвищення якості суперфосфату. Техніко-економічні показники виробництва.

1.7.5. Виробництво подвійного суперфосфату. Сировина та вимоги до неї. Основи розкладання сировини фосфорною кислотою. Переваги та недоліки виробництва подвійного суперфосфату камерним та потоковим (безкамерним) способами. Поліпшення якості подвійного суперфосфату та техніко-економічних показників виробництва.

7.6. Безкислотні методи виробництва фосфорних добрив та кормових фосфатів. Термічні фосфорні добрива термофосфати та плавленні фосфати, їх властивості та застосування. Гідротермічне знефторення природних фосфатів у циклонних і барабанних печах. Нетрадиційні методи розкладу фосфатної сировини.

1.7.7. Основи знефторення, вимоги до вихідної сировини.

Утилізація сполук фтору у виробництві фосфорної кислоти, фосфорних і комплексних добрив. Екологічне та економічне значення уловлювання сполук фтору. Фізико-хімічні основи перетворення сполук фтору в процесі кислотної та термічної переробки фосфатної сировини. Асортимент фторидних сполук, їх народногосподарське значення. Методи уловлювання летких сполук фтору із газів. Схеми уловлювання фторидних сполук, їх апаратурне оформлення. Ступінь утилізації сполук фтору і шляхи її збільшення. Токсичність сполук фтору і безпечні заходи роботи у відділенні утилізації фторидних газів.

1.7.8. Виробництво азотних добрив. Класифікація азотних добрив. Застосування азотних добрив у сільському господарстві. Асортимент азотних добрив, сировина для їх одержання. Сучасний стан виробництва азотних добрив в Україні, напрямки розвитку технології азотних добрив.

1.7.9. Виробництво амонійної селітри: теоретичні основи, технологічний режим, основна апаратура, схема АС-72. Якість амонійної селітри, способи її підвищення. Техніка безпеки процесу. Контроль і автоматизація виробництва. Основні техніко-економічні показники виробництва амонійної селітри, їх оцінка і шляхи поліпшення.

1.7.10. Виробництво карбаміду. Основні властивості карбаміду і його переваги в порівнянні з іншими азотними добривами, галузі використання. Вимоги до сировини для виробництва карбаміду. Фізико-хімічні основи синтезу карбаміду. Класифікація діючих технологічних схем виробництва карбаміду згідно характеру рециркуляції аміаку і оксиду вуглецю (IV). Технологічна схема з рідинним рециклом і її апаратне оформлення. Основні техніко-економічні показники виробництва. Безпечні методи ведення процесу. Контроль і автоматизація виробництва.

1.7.11. Калійні добрива. Асортимент калійних добрив. Родовища калійних солей в Україні та за кордоном. Склад, методи переробки калійної сировини та її оцінка. Основи галургійного виробництва хлориду калію із сильвінітів. Схема виробництва хлориду калію розчиненням сильвініту і кристалізацією хлориду калію. Якість хлориду калію і методи її поліпшення. Розділення калійних солей флотаційним та гідросепараційним методами, їх оцінка, сутність, перспективи розвитку як менш енергоємних методів. Методи переробки полімінеральних руд Передкарпаття. Комплексне використання калійних руд. Утилізація відходів калійної промисловості. Сучасний стан і перспективи розвитку виробництва калійних добрив в Україні.

1.7.12. Виробництво комплексних добрив. Асортимент, державні стандарти і переваги комплексних добрив у порівнянні з одинарними добривами. Сировина і методи виробництва добрив. Виробництво фосфатів амонію, їх використання у тваринництві і рослинництві. Сировина, основи виробництва, оптимальний режим нейтралізації фосфорної кислоти аміаком.

1.7.13. Класифікація існуючих схем виробництва амофосу, їх аналіз. Якість амофосу, шляхи її поліпшення. Перспективний розвиток виробництва фосфатів амонію із ЕФК, термічної і поліфосфорної кислот. Переваги поліфосфатів амонію у порівнянні з ортофосфатами амонію.

1.7. 14. Виробництво нітроамо- і діамонітрофоски. Сировина, основи виробництва, солевий склад цих добрив, вміст в них поживних речовин. Переваги їх перед нітрофоскою. Аналіз існуючих схем виробництва. Перспективи розвитку виробництва нітроамофоски і діамофоски з синтетичного аміаку сумішшю фосфорної і азотної кислот.

1.7.15. Виробництво нітрофоски. Основи розкладання фосфатної сировини азотною кислотою, методи регулювання співвідношення між CaO і P_2O_5 в азотнокислотному розчині, їх порівняння. Сульфатнокислотний, карбонатний, та інші способи одержання нітрофоски. Аналіз технологічних схем виробництва нітрофоски. Якість нітрофоски, яка одержана різними методами, техніко економічними показниками виробництва.

1.7.16. Рідкі азотні, комплексні і мікродобрива. Асортимент, сировина, методи виробництва. Методи введення мікродобавок, їх види, роль у розвитку рослин і тварин. Переваги рідких добрив у порівнянні з твердими. Аміакати, їх виробництво з рідкого аміаку. Вміст поживних речовин у рідких добривах. Рідкі і суспендовані комплексні добрива. Перспективи розвитку цих видів комплексних добрив, науково-технічні нароби кафедри в цьому напрямку.

1.7.17. Конденсовані (дегідратовані) фосфати. Структура конденсованих фосфатів. Класифікація. Властивості. Галузі застосування. Способи одержання конденсованих фосфатів амонію, лужних та лужноземельних елементів, фосфатів цинку, марганцю. Сучасний стан виробництва конденсованих фосфатів у світі та в Україні.

1.7.18. Виробництво монофосфатів натрію. Сировина. Властивості. Застосування. Теоретичні основи одержання дигідрофосфату, гідро фосфату натрію та тринатрійфосфату. Технологічні схеми виробництва фосфатів натрію та їх порівняння. Стан виробництва монофосфатів натрію в Україні.

1.7.19. Виробництво пірофосфату натрію. Сировина. Теоретичні основи одержання пірофосфату натрію. Технологічні схеми виробництва. Характеристика основного обладнання. Застосування. Виробництво триполіфосфату натрію та скловидного фосфату натрію, Фізико-хімічні основи виробництва. Вибір оптимальних параметрів процесу. Аналіз технологічної схеми. Значення триполіфосфату натрію як інгредієнта синтетичних миючих засобів. Схема виробництва скловидного фосфату натрію (гексаметафосфату). Застосування скловидного фосфату натрію. Виробництво реактивних фосфатів калію, магнію, цинку та фосфатів марганцю, заліза; їх застосування. Схеми виробництва. Виробництво метафосфату калію та реактивних пірофосфату калію, триполіфосфату калію. Сировина, властивості. Основи виробництва. Обґрунтування схеми виробництва.

РОЗДІЛ 8

ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ СОДОПРОДУКТІВ, ЛУГІВ, ГЛИНОЗЕМУ, КОАГУЛЯНТІВ, ОКСИДУ ТИТАНУ (IV)

1.8.1. Технологія лугів. Значення содопродуктів у народному господарстві. Природні джерела соди та методи їх переробки.

1.8.2. Виробництво кальцинованої соди аміачним способом.

Сировина для виробництва кальцинованої соди. Принципова технологічна схема маловідходного комплексу аміачно-содового, хлорид-амонієвого та хлоридкальцієвого процесів. Склад розсолу та його очистка.

Фізико-хімічні основи процесу амонізації очищеного розсолу хлориду натрію. Характеристика технологічних схем і обладнання відділення абсорбції.

Карбонізація аміачно-солевого розсолу. Фізико-хімічні основи процесу карбонізації аміачно-солевого розсолу. Конструкція карбонізаційної колони. Технологічна схема відділення карбонізації. Особливості фільтрації суспензії гідрокарбонату натрію.

Кальцинація гідрокарбонату натрію. Фізико-хімічні основи. Особливості ретурної та безретурної кальцинації. Характеристика парового та вогневого кальцинаторів. Технологічна схема відділення кальцинації.

Дистиляція фільтрової рідини карбонізаційних колон. Фізико-хімічні основи процесу дистиляції. Технологічна схема відділення дистиляції, характеристика основного обладнання.

Одержання оксиду вуглецю (IV). Фізико-хімічні основи процесу обпалювання карбонатної сировини. Обґрунтування вибору типу печі. Технологічна схема відділення вапняно-обпалювального відділення.

Виробництво вапняного молока.

Вплив технологічного режиму відділення обпалювання карбонатної сировини на якість вапна та вихід активного вапна. Технологічна схема відділення гасіння вапна.

Відходи виробництва кальцинованої соди, що одержується аміачним способом, та шляхи їх утилізації. Виробництво хлориду кальцію. Характеристика безаміачних і маловідходних способів виробництва кальцинованої соди.

1.8.3. Виробництво очищеного гідрокарбонату натрію. Фізико-хімічні основи процесів. Порівняльна техніко-економічна характеристика одержання очищеного гідрокарбонату натрію "сухим" та "мокрим" способами.

1.8.4. Виробництво "важкої" соди. Фізико-хімічні основи та технологічна схема виробництва. Характеристика основного обладнання. Охорона праці на підприємствах кальцинованої соди. Техніко-економічна характеристика виробництва кальцинованої соди.

1.8.5. Шляхи підвищення якості продукції.

- Виробництво каустичної соди (їдкого натру). Значення їдкого натру у народному господарстві. Характеристика сировини для виробництва каустичної соди. Способи одержання каустичної соди.
- Електрохімічний спосіб. Фізико-хімічні основи одержання їдкого натру електрохімічним способом. Характеристика обладнання цього виробництва.
- Вапняно-содовий спосіб. Фізико-хімічні основи одержання каустичної соди вапняно-содовим способом. Технологічна схема одержання їдкого натру з двоступінчастою каустифікацією. Концентрування слабких розчинів їдкого натру. Плавка їдкого натру.
- Феритний спосіб виробництва каустичної соди. Фізико-хімічні основи та технологічна схема виробництва. Відходи та їх утилізація.
- Техніко-економічне порівняння способів виробництва каустичної соди. Охорона праці на підприємствах каустичної соди. Шляхи розвитку маловідходного комплексу содового виробництва.

1.8.6. Виробництво глинозему.

Значення глинозему у народному господарстві як сировини для виробництва алюмінію. Види сировини для одержання глинозему, її джерела, фізичні та хімічні характеристики. Характеристика способів виробництва глинозему (лужні, кислотні, комбіновані).

Виробництво глинозему "мокрим" способом Байера. Фізико-хімічні основи окремих стадій виробництва. Комплексне використання сировини для

одержання глинозему із нефелинових та сієнітових руд. Переробка вторинних розчинів виробництва глинозему на соду, сульфат калію та поташ способом багатоступеневої випарки та кристалізації. Перспективний розвиток способу. Комбінування "мокрих" та "сухих" способів. Одержання глинозему та використання алунітів для виробництва глинозему. Охорона праці на глиноземних підприємствах. Одержання глинозему як носія каталізаторів. Одержання синтетичних цеолітів.

1.8.7. Технологія коагулянтів.

Коагулянти та їх роль у народному господарстві. Види коагулянтів, їх загальна характеристика. Сировина для виробництв коагулянтів. Фізико-хімічні властивості коагулянтів. Технічні вимоги до коагулянтів у відповідності з діючими стандартами. Виробництво сульфату алюмінію з використанням гідроксиду алюмінію. Фізико-хімічні основи процесу взаємодії гідроксиду алюмінію із сульфатною кислотою. Технологічна схема виробництва сульфату алюмінію. Охорона праці у виробництвах коагулянтів. Наукові розробки кафедри у технології коагулянтів.

1.8.8. Виробництво оксиду титану (IV)

Значення титану та його сполук у народному господарстві. Характеристика сировини. Способи переробки титанової сировини на оксид титану (IV). Фізико-хімічні основи процесів Одержання оксиду титану (IV). Виробництво хлориду титану (IV). Головні положення теорії процесу хлорування. Принципові схеми виробництва тетрахлориду титану.

Підготовка сировини. Конденсація та розподіл хлоридів. Очистка технічного хлориду титану (IV). Відновлення хлориду титану (IV) магнієм. Вакуумна сепарація реакційної маси. Технологічні схеми виробництва титану магнійтермічним способом. Переробка та сортування титанової губки. Використання та переробка відходів. Особливості техніки безпеки у виробництвах титану та його сполук.

РОЗДІЛ 9

ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН ТА ПРОМИСЛОВА ЕКОЛОГІЯ

1.9.1. Загальні положення. Закони України щодо охорони навколишнього середовища. Вплив діяльності людини (антропогенний вплив), індустріалізації, хімізації, урбанізації на природу (техногенний вплив). Сучасний стан і перспективні рішення з захисту навколишнього середовища. Глобальні проблеми захисту атмосфери, гідросфери, літосфери. Наслідки забруднення навколишнього середовища. Класифікація і характеристика відходів: стічні води, викиди до атмосфери та літосфери, побутові відходи. Проблема пестицидів. Технологія знешкодження газових і твердих відходів. Очистка стічних вод. Визначення ГДК та ГДВ. Розрахунки ГДВ. Характеристика промислових викидів у технології неорганічних речовин та проблема їх утилізації. Перспективні напрямки розвитку технології

знешкодження газових, твердих викидів і очищення стічних вод та створення безвідходних виробництв.

1.9.2. Технологія очищення промислових і викидних газів.

Атмосфера, її склад. Джерела її забруднення. Характеристика викидів до атмосфери. Дія основних забруднювачів на навколишнє середовище та на людину.

Наукові основи процесів очищення газів.

Методи очищення газів від оксидів азоту. Сорбційні методи. Окиснювальні методи. Каталітичне відновлення. Техніко-економічне порівняння промислових методів очищення газів від оксидів азоту.

Методи очищення газів від сірковмісних (оксиди сірки, сірководень тощо) сполук. Сорбційні методи. Адсорбційно-каталітичні методи. Утилізація сірки. Техніко-економічне порівняння промислових методів очищення газів від сірковмісних сполук.

Методи очищення газів від оксидів вуглецю та вуглеводнів. Сорбційні методи. Каталітичні методи. Утилізація оксидів вуглецю. Техніко-економічне порівняння методів очищення газів від сірковмісних сполук.

Методи очищення газів від аміаку. Сорбційні методи. Каталітичні методи. Утилізація аміаку із викидних газів. Техніко-економічне порівняння методів очищення газів від аміаку.

Методи очищення газів від галогенів. Сухі методи. Очищення газів активним вугіллем, содою. Техніко-економічні показники методів очищення газів від галогенів.

Методи очищення газів від ртуті. Сорбційні методи. Очищення піролюзитом. Техніко-економічне порівняння методів очищення газів від ртуті.

1.9.3. Хімія, технологія і обладнання процесів водопідготовки та очистки стічних вод неорганічних та суміжних виробництв.

Проблеми загального раціонального використання водних ресурсів. Зворотні системи водопостачання. Роль хімії та хімічної технології при вирішуванні питань розширення ресурсів промислового водопостачання та у виборі методів захисту водоймищ від забруднення. Класифікація вод за об'єктами їх використання. Категорії природних джерел водопостачання. Умови створення стічних вод, їх класифікація. Принципи та умови каналізування. ГДК забруднювачів у водоймах. Схеми очисних споруд.

Вода як хімічна сполука. Фізичні властивості води, аномальні властивості води. Моделі води. Загальна характеристика домішок природних і стічних вод. Класифікація домішок за їх фазово-дисперсним станом. Показники якості води. Загальна характеристика методів видалення із води домішок за допомогою класифікації Л.А.Кульського. Принципи вибору методів обробки води. Порівняльна еколого-економічна характеристика методів. Механічні методи видалення з води грубодисперсних завислих речовин. Теоретичні основи процесів відстоювання води. Рівняння Стокса. Гідравлічна крупність часток. Конструкції відстійників - горизонтальних,

вертикальних, радіальних. Піскоуловлювачі, нафтоуловлювачі, гідроциклони. Видалення із води зависів фільтруванням. Область використання методів фільтрування. Типи фільтрів. Зерниста загрузка, конструкції фільтрів. Флотація та пінна сепарація у процесах водопідготовки. Умови процесів флотації. Схеми флотаційних установок. Електрофлотаційні схеми. Видалення з води дисперсних колоїдних домішок. Фізико-хімічні основи коагуляції. Будова і властивості колоїдних часток та систем. Коагулянти та флокулянти процесів водопідготовки. Основне обладнання процесів просвітлення води. Типи та конструкції камер пластівцеутворення. Окиснювальні методи знезараження води. Сутність та області використання методів. Окиснювачі у водопідготовці. Хлорування, озонування води. Знезараження води за допомогою срібла. Екстракційні методи обробки води: сутність, області застосування. Екстрагенти, вимоги, які до них ставляться. Типи екстракційних схем, обладнання екстракційних установок. Видалення із природних і стічних вод домішок за допомогою твердих сорбентів. Области використання методу. Сорбенти, типи технологічних схем адсорбційної очистки води. Біохімічна очистка води сутність та області використання.

Основні споруди біохімічної очистки для природних та штучних умов. Основні складові частини схем біологічної обробки води. Методи пом'якшення води. Вимоги, які ставляться до води, яка використовується у промисловості та енергетиці.

Реагентні методи пом'якшення води. Термічні методи. Теоретичні основи та технологія пом'якшення води за допомогою іонітів. Типи іонітів, умови їх регенерації. Порівняльна характеристика схем підготовки води методом йонного обміну. Конструкції апаратів йонного обміну. Методи опріснення та знесолення води: дистиляція, зворотний осмос, електродіаліз. Схеми та основне технологічне обладнання. Методи стабілізації води, магнітна обробка. Шляхи використання та переробки осадів процесів обробки природних та стічних вод.

Технологічна схема очистки стічних вод від грубодисперсних домішок.

Технологічна схема очистки стічних вод від поверхневоактивних речовин методом флотаційної сепарації.

Технологічна схема очистки стічних вод від барвників за допомогою адсорбційних методів.

Технологічна схема очистки стічних вод виробництв фосфорних добрив та кислот реагентними методами.

Технологічні схеми очистки стічних вод від важких металів та токсичних речовин за допомогою хімічних методів. Наукові розробки кафедри в цьому напрямку.

Технологічна схема очистки стічних вод виробництва азотних добрив.

Технологічна схема очистки стічних вод виробництва кальцинованої соди.

Технологічна схема очистки стічних вод від нафтопродуктів за допомогою біохімічних методів.

Технологічна схема очистки стічних вод за допомогою екстракції.

Технологічна схема очистки стічних вод термічними методами.

Технологічна схема очистки стічних вод від сполук хрому за допомогою методу йонного обміну.

1.9.4. Технологія переробки (утилізації) твердих відходів в промисловості, побуті, сільському господарстві.

Класифікація твердих викидів, що поступають до літосфери - відвали гірничих, гірничо-хімічних, хімічних, металургійних виробництв, електростанцій, комунального господарства. Заходи, спрямовані на переробку відвалів гірничих, гірничо-хімічних виробництв, а також викидів виробництв основної хімічної промисловості.

Переробка відходів сульфатнокислотного виробництва, основні напрями. Вилучення кольорових металів із недогарків. Використання недогарків у доменному виробництві. Виробництво пігментів. Вилучення селену зі шламів.

Переробка відходів виробництва фосфорних добрив, основні напрями. Відходи виробництва екстракційної фосфорної кислоти. Переробка фосфогіпсу або природного гіпсу з отриманням сульфатної кислоти. Переробка фосфогіпсу в елементарну сірку та вапно. Виробництво сульфату амонію, фосфокрейд та концентрату РЗЕ з фосфогіпсу. Гіпсові в'язучі. Виробництво наповнювачів із фосфогіпсу та фосфополугідрату. Утилізація викидних газів, що містять фтор; основні напрями переробки гексафторкремнійової кислоти: отримання фториду алюмінію, криоліту, фториду водню, утилізація кремнегелю.

Утилізація шламів станцій нейтралізації стічних вод. Відходи виробництва термічної фосфорної кислоти.

Переробка відходів виробництва калійних добрив. Отримання кормової виварочної солі з галітових відходів. Переробка глиністо-солевих шламів.

Переробка відходів виробництва кальцинованої соди.

Переробка шламів гальванічних виробництв та розробки кафедри в цьому напрямку.

Переробка відходів нафтопереробних заводів. Склад кислих гудронів. Виробництво бітуму. Низькотемпературний розклад кислих гудронів з використанням коксового носія. Отримання ПАР з кислих гудронів. Використання кислих гудронів у виробництві будівельних матеріалів.

Переробка відходів виробництв матеріалів на основі гуми. Паровий засіб переробки. Водонейтральний засіб. Переробка відходів виробництв пластичних мас та виробів на їх основі. Недеструктивна утилізація. Часткова деструкція. Деструктивна утилізація. Ліквідація гумових та пластмасових відходів.

Технологічна схема переробки осаду біохімічної очистки з отриманням вітамінного препарату - белвітамілу.

Переробка та утилізація осадів біохімічної очистки побутових стічних вод. Переробка відходів сільського господарства з одержанням біогазу та біомінеральних добрив.

ЛІТЕРАТУРА

1. Астрелін І.М., Запольский А.К., Супрунчук В.І., Прокоф'єва Г.М. Теорія процесів виробництв неорганічних речовин. - К.: Вища школа, 1992. – 399 с.
2. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1999. – ч.1 (400с.), – ч.2 (368с.).
3. Основы химической технологии / Под ред. И.П.Мухленова. – М.: Высшая школа, 1991. – 463 с.
4. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. – К.: Вища школа, 1970. – 288 с.
5. Классен П.В., Гришаев И.Г. Основные процессы технологии минеральных удобрений. – М.: Химия, 1990. – 304 с.
6. Кувшинников И.М. Минеральные удобрения и соли. Свойства и способы их улучшения. – М.: Химия, 1987. – 256 с.
7. Тихомиров В.К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения. – М.: Химия, 1983. – 264 с.
8. Технология катализаторов /Под редакцией И.П.Мухленова. – Л.: Химия, 1979. – 328 с.
9. Атрощенко В.И., Алексеев А.Н., Засорин А.П. и др. Технология связанного азота. – Киев.: Вища шк., 1985. – 327 с.
10. Производство аммиака/Под ред. В.П.Семенова. – М.: Химия, 1985. – 368 с.
11. Производство азотной кислоты в агрегатах большой единичной мощности /Под ред. В.М.Олевского. – М.: Химия, 1985. – 400 с.
12. Наркевич И.П., Печковский В.И. Утилизация и ликвидация отходов в технологии неорганических веществ. – М.: Химия, 1984. – 240 с.
13. Васильев Б.Т., Отвагина М.И. Технология серной кислоты. – М.: Химия, 1985. – 490 с.
14. Амелин А.Г. Технология серной кислоты. – М.: Химия, 1983. – 306 с.
15. Менковский М.А, Яворский В.Т. Технология серы. – М.: Химия, 1985. – 328 с.
16. Справочник сернокислотчика /Под ред. К.М.Мамина. – М.: Химия, 1971. – 744 с.
17. Левинский М.И., Мазанко А.Ф., Новиков И.Н. Хлористый водород и соляная кислота. – М.: Химия, 1985. – 160 с.
18. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. – Л.: Химия, 1989. – 336 с.
19. Конов АБ., Стерлин В.Н., Евдокимова Л.И. Основы технологии комплексных удобрений. – Л.: Химия, 1988. – 320 с.
20. Технология фосфорных и комплексных удобрений /Под ред. С.Д. Эвенчика и АА. Бродского. – М.: Химия, 1987. – 467 с.

21. Технология фосфора /Под ред. В.А. Ершова, В.Н. Белова. – Л.: Химия, 1979. – 336 с.
22. Термическая фосфорная кислота и удобрения на ее основе /Под ред. Н.Н. Постникова. – М.: Химия, 1977. – 376 с.
23. Дохолова А.Н., Кармышов В.Ф., Сидорина Л.В. Производство и применение фосфатов аммония. – М.: Химия, 1986. – 256 с.
24. Комплексная азотнокислотная переработка фосфатного сырья/А.Л.Гольдинов, Б.А.Копылев, О.Б.Абрамов, Б.А.Дмитревский. – Л.: Химия, 1982. – 207 с.
25. Жданов Ю.В. Химия и технология полифосфатов. – М.: Химия, 1979. – 240 с.
26. Продан Е.А., Продан Л.И., Ермоленко Н.Ф. Триполифосфаты и их применение. – Минск.: Наука и техника, 1969. – 536 с.
27. Копылев Б.А. Технология экстракционной фосфорной кислоты. – Л.: Химия, 1981. – 224 с.
28. Двойной суперфосфат. Технология и применение. / М.А. Шапкин, Т.И.Завертяева, Д.Ю. Зинюк, Б.Д. Гуллер. – Л.: Химия, 1987. – 216 с.
29. Кармышов В.Ф., Соболев В.М. Производство и применение кормовых фосфатов. – М.: Химия, 1987. – 272 с.
30. Кочетков В.Н. Производство жидких комплексных удобрений. – М.: Химия, 1978. – 284 с.
31. Технология калийных удобрений /Под ред. В.В.Печковского. - Минск.: Высшая шк., 1978. - 301с.
32. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. – Л.: Химия, 1989. – 336 с.
33. Технология аммиачной селитры /Под ред. В.М.Олевского. – М.: Химия, 1978. – 310с.
34. Производство аммиачной селитры в агрегатах большой единичной мощности /Иванов М.Е., Олевский В.М., Поляков Н.Н. и др. – М.: Химия, 1990. – 288 с.
35. Горловский Д.М., Альтшулер Л.Н., Кучерявий В.И. Технология карбамида. – Л.: Химия, 1981. – 364с.
36. Ершов В.А, Пименов С.Д. Электротермия фосфора. – СПб.: Химия, 1996. – 248 с.
37. Зайцев И.Д., Ткач Г.А., Стоев Н.Д. Производство соды. – М.: Химия, 1986. – 312 с.
38. Шокин И.Н., Крашенинников С.А. Технология соды. – М.: Химия, 1975. – 288 с.
39. Беньковский С.В., Круглий С.М., Секованов С.К. Технология содопродуктов. – М.: Химия, 1972. – 352 с.
40. Крашенинников С.А. Технология соды. – М.: Химия, 1988. – 304 с.
41. Лайнер А.И., Еремин Н.И., Лайнер Ю.А., Повзнер И.З. Производство глинозема. – М.: Металлургия, 1976. – 344 с.

42. Галургия: Теория и практика /Под ред. И.Д. Соколова. – Л.: Химия, 1983. – 368 с.
43. Металургия титана/Под ред. В.В. Сергеева. – М.: Металургия, 1971. – 320 с.
44. Запольский А.К. Сернокислотная переработка высококремнистого алюминивого сырьья. - Киев.: Наук.думка, 1981. - 208 с.
45. Кульский Л.А Теоретические основы и технология кондиционирования воды. - К.: Наук.думка, 1982 - 564 с.
46. Кульский Л.А., Гороновский И.Т., Когановский А.М., Шевченко М.А. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды. – К.: Наук.думка, 1980. – 4.1,2. – 1206 с.
47. Николадзе Г.И. Водоснабжение. – М.: Стройиздат. 1989. – 496 с.
48. Беличенко Г.И., Гордеев Л.С., Комиссаров Ю.А. Замкнутые системы водообеспечения химических производств. – М.: Химия, 19996. – 272 с.
49. Проскуряков В.А, Шмидт Л.А. Очистка сточных вод в химической промышленности. – Л.: Химия, 1977. – 464 с.
50. Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. – М.: Химия, 1989. – 512 с.
51. Семенюк В.Д., Терновцев В.Е. Комплексное использование воды в промышленном узле. – К.: Будівельник, 1974. – 232 с.
52. Цыганков А.П., Сенин В.Н. Циклические процессы в химической технологии. Основы безотходных производств. – М.: Химия, 1988. – 320 с.
53. Фізико - хімічні основи технології очистки стічних вод/А.К. Запольський, Н.А. Мішкова - Клименко, І.М. Астрелін та ін. – К.: Лібра, 2000. – 599 с.
54. Буравльов Е.П. Основи сучасної екологічної безпеки. – К.: НАНУ, 1999. – 235 с.
55. Методи розрахунків у технології неорганічних речовин (ч.І. Зв'язаний азот) /Лобойко О.Я., Доважнянский Л.Л., Слабун І.О. та ін. – Харків: НТУ „ХПІ”, 2001. – 512 с.
56. Дмитревский Б.А., Юрьева В.И. Получение фосфоросодержащих и калийных удобрений. – СПб.: Химия, 1993. – 288 с.
57. Химическая технология неорганических веществ/Под ред. Т.Г. Ахметова. – М.: Высшая школа, 2002. – Т.1. - 688 с., Т.2. - 533 с.
58. Волошин М.Д., Зеленська Л.О., Астрелін І.М. Розрахунки в технології азотних добрив. - Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2003. – 314 с.
59. Венцьковська Я., Братичак М., Топільницький П. Каталітично-адсорбційне знесірчення газів. – Львів, 2000. – 183 с.
60. Огурцов А.П., Волошин М.Д. Сучасне докiлля та шляхи його покращення. – К.: ЕМЦВО, 2003. – 547 с.
61. Білявський Г.О., Бутченко Л.І., Навроцький В.М. Основи екології (теорія та практикум). – К.: Лібра, 2002. – 352 с.
62. Запольський А.К., Салюк АІ. Основи екології. – К.: Вища школа, 2001. – 358 с.

63. Загальна хімічна технологія/ В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак та ін. – К: Вища школа, 2005. – 430 с.
64. Ткач Г.А., Шапорев В.П., Титов В.М. Производство соды по малоотходной технологии. – Х.: НТУ «ХПУ», 2005. – 429 с.
65. Асторита Дж. Массопередача с химической реакцией. – СПб.: Химия, 1999 – 224 с.
66. Шервуд Т., Пигфорд Р., Уилки Ч. Массопередача. – М.: Химия, 1992. – 696 с.
67. Бабенко Ю.И. Тепломассообмен. – СПб.: Химия, 1996. – 144 с.
68. Панченков Г.М., Лебедев В.П. Химическая кинетика и катализ. – М.: Химия, 1995. – 592 с.
69. Дибков В.І. Твердофазна кінетика і реакційна дифузія. – К.: ІПМ, 2002. – 315 с.
70. Жизневський В.М., Піх З.Г. Каталіз (теоретичні основи та практичне використання). – К.: ІЗМН, 1997. – 192 с.
71. Стрижак П.С. Детермінований хаос в хімії. – К.: Академперіодика, 2002. – 286 с.
72. Вакал С.В., Астрелін І.М., Трофименко М.О., Золотарьов О.Є. Сучасний стан фосфатно-тукової промисловості України. – Суми: Собор, 2005, -80с.
73. Процессы и оборудование производства пигментного диоксида титана сульфатным способом/С.В. Вакал, В.Н. Скомороха, И.М. Астрелин и др. – Сумы: Университетская книга, 2008. – 204с.
74. Волошин М.Д., Шестозуб А.Д., Гуляев В.М. Устаткування галузі і основи проектування і основи проектування. – Дніпродзержинськ, ДДТУ, 2004. – 371с.
75. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води. – К.: Вища школа, 2005. – 671с.
76. Технологія зв'язаного азоту/Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, О.Я. Лобойко, Г.І. Гринь та ін.- Харків: НТУ «ХП», 2007. – 536с.
77. Хоружий П.Д., Хомуцька Т.П., Хоружий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання. – К.: Аграрна наука, 2008. – 534с.

ГЛАВА 2. Технологія водоочищення

2.1. Водні ресурси Землі/Водні ресурси України. Загальна характеристика природних вод – поверхневих, підземних.

2.2. Основні показники якості господарсько-питної та технічної води: фізичні, хімічні, бактеріологічні.

Санітарно-бактеріологічна характеристика джерел водопостачання.

Хімічні показники якості води:

а) мінералізація води,

б) вміст кисню та інших газів,

в) характеристика органічних речовин у природних водах.

Типи забруднень джерел водопостачання. Норми якості питної води. Сучасні технологічні схеми підготовки води. Норми якості води для живлення парових котлів ТЕС і АЕС. Норми якості води для охолодження теплообмінних систем.

2.3. Класифікація домішок води на основі їх фазово-дисперсної характеристики.

2.4. Реагентна підготовка води для господарсько-питного використання. Реагенти для підготовки питної води /хлор, діоксид хлору, озон, коагулянти, флокулянти, замутнювачі/.

Знезараження води хлоруванням. Основний та побічний ефекти. Озонування води для дезинфекції та для покращення наступної реагентної обробки. Швидкість розчинення газів та їх розчинність. Апаратура і технологія хлорування води. Апаратура і технологія озонування води.

Використання УФ-випромінювання для знезараження води та підсилення дії окисників.

Виготовлення розчинів коагулянтів /сульфату алюмінію, сульфату заліза /III/, хлориду заліза /III/, сульфату заліза /II/, вапна в технології підготовки питної та технічної води. Швидкість розчинення кристалічних речовин у воді. Технологія та апаратура для розчинення та дозування коагулянтів і вапна при підготовці води.

Флокулянти, їх роль при позбавленні води від завислих речовин. Органічні та неорганічні флокулянти. Суть їх дії.

Процеси, що протікають при обробці води коагулянтами. Гідроліз і роль гідрокарбонатів в природних водах. Формування золі гідроксидів та їх коагуляція. Заряд золі гідроксидів алюмінію і заліза та рН середовища.

Фізико-хімічні процеси освітлювання мутних вод коагулянтами. Гетерокоагуляція. Адгезія завислих частинок.

Процес вилучення природних високомолекулярних органічних речовин /водного гумусу/ під час введення у воду коагулянтів. Комплексоутворення та взаємодія іонів з гуміновими та фульвокислотами водного гумусу.

Питома поверхня золів гідроксидів та зміна її доступності для молекул і міцел водного гумусу в процесі коагуляції. Швидкість цього процесу та раціональні умови роботи змішувачів.

Визначення дози коагулянту в лабораторії. Використання методу введення підвищених доз коагулянту в малий об'єм води з наступним розведенням. Умови ефективності та обмеження застосування методу.

Формування пластівців гідроксидів алюмінію, заліза та камери реакції відстійників і освітлювачів.

Особливості процесу обробки води коагулянтами з вапнуванням води. Роль рН.

2.5. Типи споруд для освітлення води /відстійники, освітлювачі, гідроциклони/. Принцип дії. Основи розрахунку.

Фільтри. Фільтри з зернистою загрузкою. Швидкі та повільні. Напірні фільтри. Дво- та тришарові фільтри. Фільтри з плаваючою загрузкою. Фільтри, що промиваються самостійно. Брудоемність зернистих матеріалів. Втрата напору фільтрів. Режим їх роботи /фільтрування, промивка/. Основи конструкції та технологічного розрахунку фільтрів.

Технологічні схеми реагентної підготовки води питної якості. Вибір технологічних схем и залежності від якості джерела водопостачання та потужності споруд. Обмежені можливості реагентних схем одержання води питної якості при забрудненні джерел водопостачання мікродозами пестицидів, продуктами розкладу водоростей, ПАР, фенолами, нафтопродуктами, а також при виникненні побічних продуктів хлорування води.

Технологічні схеми реагентної підготовки технічної води: технологія освітлення, пом'якшення води. Знезалізення води, видалення іонів марганцю. Видалення сірководню. Знекиснення води. Стабільність води, її критерії.

2.6. Адсорбційна технологія в техніці підготовки води питної якості, її ціль.

Адсорбенти. Активоване вугілля. Хімічна будова та пориста структура. Поняття макро-, мезо-, мікропористості. Граничний адсорбційний об'єм пор вугілля при адсорбції органічних речовин з води та ефективна питома поверхня адсорбенту.

Ізотерма адсорбції розчиненої речовини з води. Константа адсорбційної рівноваги, крутизна ізотерми адсорбції. Залежність кількості адсорбованої речовини від гранично допустимої концентрації її в питній воді та константа адсорбційної рівноваги.

Вуглевання води. Ціль. Обмеження. Ступінчате та ступінчато-протиточне вуглевання.

Адсорбційне фільтрування в технології підготовки води питної якості, його місце в технологічній схемі підготовки води.

Напірні та відкриті адсорбційні фільтри. Робота адсорбційного фільтру: формування стаціонарного фронту адсорбційного шару. Зона масопереносу. Зовнішній та внутрішній масопереніс. їх ознаки. Параметри динаміки

адсорбції. Захисний час роботи адсорбційного фільтру. Коефіцієнт захисної дії. Використання адсорбційного об'єму пор вугілля при роботі фільтру /залежність від концентрації речовин у воді до адсорбційного фільтру та від величини зони масопереносу/. Блок адсорбційних фільтрів. Його переваги.

Технологічні схеми реагентно-адсорбційної підготовки води питної якості з різних типів джерел водопостачання.

Регенерація адсорбентів після підготовки питної води. Технічні високотемпературні методи регенерації активного вугілля та їх апаратурне оформлення. Основи теплового розрахунків.

Хімічна регенерація активного вугілля /аміачна, лужна та інші методи.

Біологічно активне вугілля. Біологічна регенерація активного вугілля при підготовці питної води.

2.7. Термічне опріснення води.

2.8. Іоніти. Іонний обмін та зм'якшення води. Реагентно-іонообмінні схеми глибокого знесолення води.

Вимоги до іонітів, марки іонітів.

Основи розрахунку технологічних процесів зм'якшення води.

Іонообмінне знесолення води. Технологічні схеми та основи їх розрахунку.

Маловідходні та безвідходні схеми іонообмінного знесолення води. Утилізація продуктів регенерації іонітів.

Іонообмінні методи в технології підготовки води для енергетичних потреб і технологічних цілей.

Безстічні схеми в оборотному теплообмінному водопостачанні.

2.9. Мембранні процеси в технології підготовки води. Ультрафільтрація. Зворотний осмос. Електродіаліз. Теоретичні основи зворотного осмосу та електродіалізу. Принципи апаратурного оформлення цих процесів. Типи мембран.

Технологічні схеми мембранних установок для опріснення та знесолення води. Підготовка води до опріснення та знесолення мембранними методами.

Принципи застосування процесів виморожування та плавлення газогідратів для опріснення води.

2.10. Очистка стічних вод.

2.10.1. Основні технологічні процеси фізико-хімічної очистки стічних вод: освітлення, флотація, аерація, відгонка з водяною парою, екстракція, адсорбція, іонний обмін. Принципи дії. Область застосування, її межі.

2.10.2 Іонна флотація. Фізико-хімічні основи процесу. Области застосування /приклад/.

2.10.3 Пінна флотація. Теоретичні основи. Залежність від дисперсності газових пухирців. Реагенти для пінної флотації. Область застосування в технології очистки промислових стічних вод /стічні води, збагачення вугілля, руд/.

2.10.4. Пінна сепарація ПАР. Теорія. Технологія. Апаратура. Типи флотаторів - пінних сепараторів.

2.10.5. Методи утилізації та знешкодження піноконденсатів.

2.10.6. Фізичні основи застосування аерації та області застосування. Технологічні схеми. Знешкодження газових викидів аераторі в.

2.10.7. Екстракційні методи очистки промислових стічних вод. Область застосування, її межі. Область ефективного застосування екстракції для очистки промислових стічних вод. Вибір екстрагенту. Коефіцієнт розподілу. Ступінчата і протиточна екстракція. Принцип роботи екстракційних колон. Технологічні схеми екстракційної очистки [промислових стічних вод.

2.10.8. Адсорбційна очистка промислових стічних вод від органічних забруднень. Область ефективного застосування та вибір адсорбенту.

Оптимальна реакція середовища при адсорбційній очистці стічних вод.

Вплив міцелоутворення на використання граничного адсорбційного об'єму пор активного вугілля при очистці стічних вод від ПАР, барвників і т.п.

Основні способи застосування адсорбентів при очистці промислових стічних вод.

Регенерація адсорбентів після очистки стічних вод. Принципи вибору методу регенерації адсорбентів.

Технологічні схеми адсорбційної локальної та централізованої очистки стічних вод.

2.10.9. Біoadсорбційні процеси, використання порошкоподібного та гранульованого активного вугілля при біосорбції. Біосорбери, їх конструкція, застосування. Біорегенерація адсорбентів.

2.10.10. Іонообмінна очистка стічних вод від солей кольорових металів.

Іонообмінна рівновага. Кінетика та динаміка іонного обміну.

Коректування мінерального складу стічних вод при повторному використанні очищених стічних вод в системах оборотного та технічного водопостачання. Утилізація використаних реагентів після регенерації іонітів.

Використання іонітів для очистки стічних вод від органічних речовин.

2.10.11. Мембранні процеси в технології очистки стічних вод. Ультрафільтрація. Зворотний осмос. Використання мембранних процесів в різних технологічних схемах очистки стічних вод.

2.10.12. Біологічна очистка промислових стічних вод. Біохімічне окислення.

Організми активного мулу, аеротенків та біоплівки біофільтрів. Показники роботи споруд біохімічної очистки стічних вод. Аеробна біологічна очистка стічних вод. Анаеробна біологічна очистка стічних вод.

Комплексні схеми мікробіологічної і фізико-хімічної очистки стічних вод та система підготовки стічних вод як вторинний ресурс промислового водопостачання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Запольський А.К. Водопостачання , водовідведення та якість води. – К.:Вища школа, 2005.-671с.
2. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / Під ред. А.К. Запольського. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
3. Кульский Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды.- К: Наук.думка, 1983. - 560 с.
4. Кульский Л.А., П.П.Строкач. Технология очистки природных вод. – К: "Вища школа", 1986. - 352 с.
5. Кульский Л. А., Гороновский И. Т., Когановский А. М., Шевченко М. А. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды. – К.: Наук. думка, 1980. – Ч. 1, 2. – 1206 с.
6. Родионов А. И., Клушин В. Н., Торочешников Н. С. Техника защиты окружающей среды. – М.: Химия, 1989. – 512 с.
7. Кожин А. И. Очистка питьевой и технической воды. Примеры и расчёты. – М.: Стройиздат, 1971. – 304 с.
8. Николадзе Г. И. Технология очистки природных вод. – М.: Высш. шк., 1987. – 479 с.
9. Николадзе Г. И. Улучшение качества природных вод. – М.: Стройиздат, 1987. – 240 с.
10. Николадзе Г. И. Водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1989. – 496 с.
11. Доливо-Добровольский Л. Б., Кульский Л. А., Накорчевская В. Ф. Химия и микробиология воды. – К.: Вища шк., 1971. – 306 с.
12. Беличенко Ю. П., Гордеев Л. С., Комиссаров Ю. А. Замкнутые системы водообеспечения химических производств. – М.: Химия, 1996. – 272 с.
13. Хорунжий П.Д., Хомутенко Т.П., Хорунжий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання.-К.:Аграрна наука,2008.-5374с.
14. Экологические аспекты современных технологий охраны воднойсреды/Под. Ред. В.В. Гончарука.-К.:Наукова думка,2005.-400с.
15. Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арванэ. Очистка сточных вод.- М.: Мир,2006.-480с.

ГЛАВА 3. Технологія органічних речовин

РОЗДІЛ 1

3.1.1. Вступ. Що таке органічна хімія. Атом вуглецю та його особливості. Електронна конфігурація. Гібридизація. Типи зв'язків, що утворює атом вуглецю. Функціональні групи. Основні класи органічних сполук.

3.1.2. Алкани. Особливості вуглецевого скелету. Типи вуглецевих атомів. С–Н зв'язок і його характеристики. Вуглеводневі радикали. Структурні ізомери. Номенклатура IUPAC. Ациклічні сполуки. Циклічні сполуки.

3.1.3. Динаміка вуглецевого скелету. Обертання навколо С–С зв'язку. Конформації та конформери. Енергетичний профіль процесу обертання. Бар'єр обертання. Загальна класифікація циклів. Напруження циклів. Конформації.

3.1.4. Фізичні властивості алканів. Гомолітичний розрив зв'язку. Вільні радикали. Стабільність радикалів. Основні реакції вільних радикалів. Поняття про інтермедіати та механізм реакції. Кислоти та основи Льюїса. Гетеролітичний розрив зв'язку. Карбокатиони. Структура та стабільність карбокатионів. Реакції карбокатионів. Скелетна ізомеризація.

3.1.5. Функціоналізація алканів та циклоalkanів. Реакції вільно-радикального заміщення. Галогенування. Регіоселективність. Особливості галогенування деяких циклічних алканів. Нітрування, сульфохлорування. Окиснення алканів та циклоalkanів. Електрофільні реакції насичених вуглеводнів.

3.1.6. Аліфатичні галогенопохідні. Номенклатура насичених галогенопохідних. Фізичні властивості. Індукційний ефект. Реакції нуклеофільного заміщення. Поняття про перехідний стан. Реакції елімінування. Механізми E1 та E2. Правило Зайцева. Реакції галогенопохідних з металами. Одержання елементорганічних сполук.

3.1.7. Вступ до стереохімії органічних сполук. Асиметричний атом вуглецю. Енантіомери та діастереомери. Абсолютна конфігурація. Збереження, обернення конфігурації та рацемізація на прикладі реакції нуклеофільного заміщення. Номенклатура Кана-Інгольда-Прелога. Оптична активність органічних сполук. Поляриметрія.

3.1.8. Алкени. Номенклатура та ізомерія. Загальні методи синтезу. Структурна та реакційна здатність подвійного зв'язку С–С. Реакції електрофільного приєднання. Правило Марковнікова. Вільно-радикальні реакції алкенів. Алільний радикал, катіон та аніон. Делокалізація заряду і стабільність. Мезомерний ефект. Реакції вільно-радикального приєднання. Реакції окиснення.

3.1.9. Спирти, етери, епоксиди. Атомність спиртів. Структура, ізомерія та номенклатура. Огляд основних способів введення гідроксильних груп. Хімічні властивості одноатомних спиртів. Водневий зв'язок та його характеристики. Реакції по О–Н зв'язку. Взаємодія з кремнійорганічними

сполуками. Поняття про захисну групу. Реакції по С–О зв'язку. Принцип мікроскопічної зворотності. Реакції дво- та триатомних спиртів. Реакції окиснення спиртів.

3.1.10. Алкіни. Структура, ізомерія та номенклатура. Стабільність та реакційна здатність потрійного зв'язку. Кислотність ацетилену та термінальних алкінів. Основні методи одержання ацетилену, алкінів. Хімічні властивості алкінів. Реакції по С–Н зв'язку. Поняття про С–Н кислоти. Реакції електрофільного приєднання. Реакції нуклеофільного приєднання. Окиснення алкінів.

3.1.11. Дієни. Структура, ізомерія та номенклатура. Кумульовані, спряжені та дієни з ізольованими С=C зв'язками. Загальні способи одержання. Хімічні властивості спряжених дієнів. Реакції електрофільного приєднання. Кінетичний та термодинамічний контроль реакції. Реакція Дільса-Альдера. Окиснення спряжених дієнів.

3.1.12. Ароматичні вуглеводні. Концепція ароматичності. Правило Хюккеля. Конденсовані та гетероциклічні системи. Особливості реакційної здатності ароматичних вуглеводнів. Механізм реакцій електрофільного заміщення. Особливості заміщення у монозаміщених арєнів: правила орієнтації. Механізми реакцій нуклеофільного заміщення. Рухливість галогенів, зв'язаних із sp^2 -гібридизованим атомом вуглецю. Порівняння індукційного та мезомерного ефектів. Ароматичні галогенопохідні в органічному синтезі.

3.1.13. Феноли. Структура, ізомерія, атомність та номенклатура. Огляд основних методів одержання одноатомних фенолів. Фізичні властивості. Реакції по О–Н зв'язку. Реакції електрофільного ароматичного заміщення. Електронодонорні властивості гідроксильної групи.

3.1.14. Структура, ізомерія і номенклатура альдегідів та кетонів. Найважливіші представники карбонільних сполук. Фізичні властивості. Основні методи одержання. Структура і реакційна здатність карбонільної групи та шляхи можливої функціоналізації альдегідів і кетонів. Реакції нуклеофільного приєднання. Поняття про захисну групу.

3.1.16. Номенклатура та ізомерія карбонових кислот. Структура та реакційна здатність карбоксильної групи. Кислотність та фактори, що впливають на силу карбонових кислот. Основні способи одержання. Хімічні властивості. Реакції по зв'язку О–Н. Реакції нуклеофільного заміщення по тетраедричному атому вуглецю. Електрохімічне та термічне декарбоксілювання.

3.1.17. Основні способи одержання енолів та енолятів. Основні напрямки функціоналізації. Кето-енольна таутомерія. Реакції α -галогенування карбонільних сполук. Синтези за участю малонового та ацетооцтового естерів. Реакція Міхаеля.

3.1.18. Основні типи азотовмісних функціональних груп. Номенклатура та ізомерія амінів. Огляд найважливіших способів синтезу амінів. Основність амінів та фактори, що її визначають. Хімічні властивості амінів. Нуклеофільні

реакції амінів. Діазосполуки, їх структура, стабільність та реакційна здатність. Синтез діазосполук. Азосполуки. Азобарвники, індикатори та аналітичні реагенти на основі азосполук.

3.1.19. Класифікація амінокислот. Стереохімія. Кислотно-основні властивості. Основні шляхи синтезу амінокислот. Хімічні властивості. Пептидний зв'язок та способи його утворення. Білки.

3.1.20. Загальна класифікація гетероциклічних сполук. П'ятичленні гетероцикли. Ацидофобність та ацидофільність. Конденсовані гетероциклічні системи. Шестичленні азотовмісні гетероцикли.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Органічна хімія. Підручник для вищих навчальних закладів. – Львів: Центр Європи, 2001.- 864 с.
2. Чирва В.Я., Ярмолюк С.М., Толкачова Н.В., Земляков О.Є. Органічна хімія: підручник. – Львів: БаК, 2009. – 996 с.
3. Домбровський А.В., Найдан В.М. Органічна хімія. К.: Вища школа, 1992, - 504 с.
4. Юровская М.А., Куркин А.В. Основы органической химии: учебное пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 236 с.
5. Травень В. Ф. Органическая химия: учебное пособие для вузов: в 3-х т.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.
6. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия: в 4-х т. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010
7. Березин Б.Д., Березин Д.Б., Органическая химия: учебное пособие для бакалавров. М. Издательство Юрайт, 2012.-768 с.
8. А. Терней. Современная органическая химия. В 2-х т. М. «Мир», 1981.
9. Дж. Робертс, М. Касерио. Основы органической химии. В 2-х т. М. «Мир», 1978.

РОЗДІЛ 2

3.2.1. Процеси первинної та вторинної переробки нафти. Процеси депарафінації. Каталітичний реформінг. Гідрокрекінг. Термічний крекінг. Процеси утворення, розділення та переробки олефінів. Технологія процесів піролізу. Каталітичний піроліз у псевдозрідженому шарі.

3.2.2. Процеси олігомеризації олефінів. Олігомеризація при кислотному каталізі. Низькотемпературна ізомеризація парафінів. Алюмінійорганічний синтез. Виробництво спиртів методом алюмінійорганічного синтезу. Полімеризація олефінів. Процеси окиснення олефінів. Синтези на основі етиленоксиду та пропіленоксиду. Процеси отримання акролеїну, акрилової кислоти, акриламідів та поліакриламідів. Виробництво метакрилової кислоти та метилметакрилату. Окиснювальний амоніліз. Полімери на основі акрилатів. Синтез ізопропанолу. Еластомери на основі дієнів. Оліго- та полімери на основі ізобутену.

3.2.3. Промислові процеси на основі метану. Галогенування метану. Хлорметан, дихлорметан, трихлорметан та тетрахлоретан. Піроліз метану з

отриманням ацетилену. Синтез-газ. Процеси отримання синтез-газу, промислові процеси на його основі. Аміак, карбамід та продукти на їх основі. Карбамідні та меламінові смоли. Метанол, формальдегід та оцтова кислота на основі синтез-газу. Процеси перетворення метанолу на олефіни.

3.2.4. Процеси окиснення. Виробництво фенолу і ацетону кумольним способом. Окиснення алкілароматичних сполук у карбонові кислоти. Виробництво терефталевої кислоти. Окиснення парафінових вуглеводнів. Вибір окисника. Виробництво адипінової кислоти. Окиснення первинних спиртів.

3.2.5. Процеси гідрування та дегідрування. Каталізатори гідрування. Гідрування олефінів. Технологія гідрування жирів. Гідрування ненасичених альдегідів та кетонів.

3.2.6. Промислові процеси виробництва полімерів. Функціоналізація полімерів. Сополімеризація та блоксополімеризація. Процеси радикальної та іонної полімеризації. Каталіз металоорганічними сполуками. Каталізатори Циглера-Натта. Каталіз оксидами металів.

3.2.7. Промислові процеси на основі відновлюваної сировини. Промислові процеси на основі жирів. Виробництво жирних кислот. Епоксидування жирів. Виробництво азотистих похідних жирних кислот. Промислові процеси на основі вуглеводів. Процеси переробки полі-, ди-, та моносахаридів. Виробництво ПАР на основі сорбіту. Виробництво алкілполіглікозидів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Harold A. Wittcoff, Brian G. Rauben, Jeffrey S. Plotkin, Industrial Organic Chemicals, 2nd Edn., Wiley, 2004.
2. K. Weissermel and H. J. Arpe, Industrial Organic Chemistry, 4th ed. VCH, Frankfurt 2003
3. Organic Chemical Principles and Industrial Practice M. M. Green, Harold A. Wittcoff, VCH Wiley, Weinheim, Germany, 2003.
4. Химическая технология органических веществ: учеб. пособие/ Т.П. Дьячкова, В.С.
5. Орехов, М.Ю. Субочева, Н.В. Воякина. – Там-бов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007
6. С.В. Адельсон, Т.П. Вишнякова. Технология нефтехимического синтеза. М.Химия, 1985 г.,607 с.
7. Горелик Н.А., Эфрос Ю.Л. Химия и технология ароматических соединений. М. Химия, 1992г, 320с.
8. Новые процессы органического синтеза. Под ред. С.П. Черных. М. Химия. 1989 г. ,400с.
9. В.С. Тимофеев, Л.А. Серафимов. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. М. Химия, 1992 г., 432 с.

РОЗДІЛ 3

3.3.1. Комплексні сполуки, їх будова та природа хімічного зв'язку з погляду МВС. Низько- та високоспінові комплекси (внутрішньо- та зовнішньо-орбітальна гібридизація). Гібридизація орбіталей при утворенні октаедричних, тетраедричних та квадратних комплексів. Магнітні властивості комплексів, їх будова та стійкість залежно від електронної будови комплексоутворювача.

3.3.2. Основні положення теорії кристалічного поля. Енергетична діаграма розщеплення d-орбіталей комплексоутворювача в кристалічному полі октаедричного комплексу. Параметр розщеплення і його співвідношення з енергією спаровування електронів на орбіталях центрального іона, електрохімічний ряд лігандів, його роль при визначенні типу гібридизації. Зв'язок енергії розщеплення з забарвленням комплексів. Фактори, від яких залежить параметр розщеплення. Поняття про теорію поля лігандів.

3.3.3. Комплексно-хімічна поведінка етаноламінів. Особливості використання аміноспиртів в реакціях комплексоутворення, як полідентатних лігандів.

3.3.4. Класифікація комплексних сполук. Хелатні, кластерні та багатоядерні комплекси. Типи комплексних сполук, що утворюють етаноламіни з солями d-металів.

3.3.5. Методика реакції комплексоутворення солей кобальта з етаноламінами. Характер координації ліганда в комплексних сполуках кобальта з аміноспиртами. Отримання та властивості внутрішньоконкомплексних сполук кобальту (III).

3.3.6. Фізико-хімічні дослідження комплексних сполук. ІЧ-, ЯМР та інші методи. Аналітичне визначення вмісту кобальта (+2) та (+3) в комплексних сполуках.

3.3.7. Утворення гомо- та гетерометальних багатоядерних сполук. Місткові зв'язки в багатоядерних комплексних сполуках. Особливості утворення багатоядерних сполук при використанні внутрішньоконкомплексних сполук, як самостійних лігандів.

3.3.8. Константа нестійкості - фундаментальна характеристика комплексної сполуки. Залежність константи нестійкості від величини заряду та радіуса центрального іона, його електронні конфігурації. Дослідження стійкості різнолігандних комплексних сполук кобальта з етаноламінами.

3.3.9. Ізомерія комплексних сполук: іонізаційна, координаційна; площинна та просторова цис-, транс- ізомерія. Можливі ізомерні структури в комплексних сполуках кобальта.

3.3.10. Використання продуктів піролізу різнометальних багатоядерних сполук кобальту з етаноламінами як електрокаталізаторів реакції відновлення кисню.

3.3.11. Використання продуктів піролізу різнометальних багатоядерних сполук кобальту з етаноламінами для модифікації матеріалу вуглецевого електроду літєвих акумуляторів.

ГЛАВА 4. Технічна електрохімія

РОЗДІЛ 1

4.1.1. Вступ. Предмет і зміст електрохімії. Поняття про електрохімічну систему. Складові частини і можливі стани електрохімічної системи.

Короткі історичні відомості про розвиток електрохімії. Роль електрохімічних процесів в промисловості та науці. Перспективи розвитку електрохімічних виробництв.

4.1.2. Електрохімічні реакції. Закони Фарадея. Вихід за струмом. Електроваговий аналіз та кулонометрія.

4.1.2. Рівновага в розчинах електролітів

Основні положення теорії електролітичної дисоціації. Ступень і константа дисоціації. Взаємодія іонів з розчинником. Хімічні потенціали і активність електроліту та іонів в розчинах. Рівняння Гіббса -Дюгема. Енергія сольватації. Теорія кислот і основ. Еідроліз і сольволиз. Розрахунок енергії міжіонної взаємодії і коефіцієнтів активності за Дебаєм та Гюккелем. Асоціація іонів. Ступінь асоціації і критичний стан Б'єррума.

4.1.3. Нерівноважні явища у розчинах електролітів

Типи провідників. Механізм електропровідності.

Методи експериментального визначення електропровідності розчинів електролітів. Числа переносу та іонних рухливостей. Істинні числа переносу. Методи визначення чисел переносу. Зв'язок електропровідності і рухливостей іонів з властивостями електролітів та природою розчинника. Правило Вальдена - Писаржевського.

Теорія електропровідності Дебая - Онзагера. Електропровідність при високих частотах і високих напруженостях електричного поля.

Екстремуми електропровідності та їх зв'язок з явищами асоціації. Аномальна рухливість іонів. Електропровідність іонних розплавів та твердих електролітів. Кондуктометрія, її застосування в аналітичній хімії та контролі виробництва.

Основні закони молекулярної дифузії. Дифузія в розчинах електролітів. Дифузійні потенціали, їх оцінка та методи елімінування.

4.1.4. Електродна рівновага

Методи вимірювання електрорушійних сил (ЕРС). Зв'язок ЕРС оборотного елемента з константою рівноваги і зміною ізобарно-ізотермічного потенціалу. Рівняння Гіббса-Гельмгольца.

Концентраційні елементи з переносом і без переносу. Застосування методу ЕРС для визначення коефіцієнтів активності і чисел переносу.

Рівняння Нернста. Воднева шкала електродних потенціалів. Стандартні потенціали. Класифікація електродів. Потенціометрія. Електродні потенціали в неводних розчинах і розплавах.

4.1.5. Подвійний шар і його будова

Адсорбція і стрибки потенціалу між фазами. Поверхневий, зовнішній і внутрішній потенціали. Електрохімічний потенціал та умови рівноваги

електрохімічної системи. Робота виходу і реальний потенціал. Гальвані- і вольта-потенціали.

Механізм виникнення подвійного електричного шару. Електрокапілярні явища. Методи вимірювання повеневого натягу. Адсорбційна формула Гіббса. Основні рівняння електрокапілярності. Розрахунок поверхневих надлишків. Рівняння Ліппмана. Електрокапілярні властивості електродів. Нульові точки металів.

Диференційна і інтегральна ємності подвійного електричного шару. Методи вимірювання ємності подвійного електричного шару. Вплив на ємність подвійного шару потенціалу електрода і концентрації електроліту.

Будова подвійного електричного шару (теорії Еельмгольца, Гуї-Чапмана, Штерна і Ерема). Дискретний характер специфічно адсорбованих іонів. Методи розрахунку компонентів заряду і стрибків потенціалу в подвійному електричному шарі. Теорія подвійного шару при адсорбції органічних речовин. Ізотерма адсорбції (Лангмюра, Фрумкіна).

4.1.6. Поляризація і перенапруга

Електродна поляризація і перенапруга. Методи вимірювання потенціалу електрода під струмом. Гальваностатичний і потенціостатичний методи вивчення поляризаційних явищ.

Стадії електрохімічної реакції. Поняття про лімітуючу стадію. Класифікація перенапруги.

4.1.7. Дифузійна кінетика

Розподіл концентрації в пограничному шарі і стаціонарна дифузія в умовах природної і примусової конвекції. Ефективна товщина дифузійного шару. Граничний струм, залежність його від складу розчину та умов електролізу. Дифузійна перенапруга при розряді простих і комплексних іонів та при анодному розчиненні металу. Обертвий дисковий електрод. Вольтамперна характеристика для оборотних систем. Потенціал півхвилі. Омичне падіння потенціалу в дифузійному шарі.

Нестаціонарна дифузія і 2-ге рівняння Фіка. Класична полярографія. Рівняння Ільковича і полярографічні хвилі. Полярографічні максимуми.

4.1.8. Кінетичні закономірності стадії розряд-іонізація

Основні рівняння теорії сповільненого розряду. Теорія елементарного акту. Струм обміну. Безбар'єрний і безактиваційний розряди.

Істинна та реальна енергії активації. Вплив будови подвійного електричного шару на швидкість стадії розряду. Рівняння Фрумкіна. Закономірності змішаної кінетики: дифузійна стадія і стадія розряду. Вплив матеріалу електрода і розчинника на швидкість стадії розряду-іонізації.

4.1.9 Кінетика складних електрохімічних реакцій

Електрохімічні процеси, що ускладнені гомогенними і гетерогенними хімічними реакціями. Кінетичний граничний струм. Механізм реакції на водневому електроді. Вплив матеріалу електрода і складу розчину на перенапругу при виділенні водню. Кінетика відновлення аніонів.

Поляризація при утворенні нової фази. Поверхнева дифузія при електроосаженні металів. Сумісне виділення металів і водню. Вплив поверхнево-активних речовин на процес електроосаження металів. Катодне осаження сплавів.

Електрохімічні реакції з послідовним переносом декількох електронів. Порядок електрохімічних реакцій і стехіометричне число.

Механізм катодних і анодних реакцій на кисневому електроді. Теорія процесів електрохімічного відновлення і окиснення.

РОЗДІЛ 2

КОРОЗІЯ І ЗАХИСТ МЕТАЛІВ

4.2.1. Класифікація корозійних процесів за механізмом, умовами перебігу, характером корозійних руйнувань. Загальна характеристика і основні ознаки хімічної та електрохімічної корозії. Основні критерії корозії (термодинамічний, квазітермодинамічний і кінетичний).

4.2.2. Термодинамічний критерій схильності металів до електрохімічної корозії. Електродні потенціали як характеристика можливості перебігу електрохімічної корозії. Діаграми Пурбе, їх побудова, застосування при описі корозійних процесів.

4.2.3. Кінетичний критерій електрохімічної корозії металів. Електрохімічна корозія як окремий випадок суміщених електродних реакцій. Основні положення теорії суміщених електродних реакцій і їх використання в кінетичній теорії корозії. Принцип незалежності перебігу суміщених реакцій. Швидкість корозії і способи її оцінки.

4.2.4. Корозія металів з водневою деполяризацією. Загальне кінетичне рівняння процесу. Вплив різних факторів (температури, тиску, складу електроліту, рН середовища, природи металу і т.і.) на корозію з водневою деполяризацією. Поляризаційні діаграми для різних випадків корозії ідеально чистих металів. Корозія технічних металів і сплавів.

4.2.5. Корозія з кисневою і змішаною киснево-водневою деполяризацією. Катодна реакція іонізації кисню. Загальні кінетичні рівняння і катодні поляризаційні криві при корозії з кисневою і змішаною деполяризацією. Вплив різних факторів на корозію з кисневою деполяризацією.

4.2.6. Закономірності анодного розчинення металів як окремої стадії електрохімічного процесу корозії. Стадійність розчинення. Анодне розчинення з утворенням розчинних сполук. Пасивність металів. Плівкова і адсорбційна теорії пасивності металів. Локальне порушення пасивності і пітинг.

4.2.7. Класифікація методів захисту металів від корозії. Методи захисту від на змінюванні властивостей металів і властивостей Використання корозійних діаграм при розробці Електрохімічні методи захисту (катодний,

анодний, протекторний). Інтібіторний захист металів від корозії. Комбіновані методи захисту металів від корозії.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМІВ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

4.3.1. Метод поляризаційних кривих. Визначення сповільненої стадії з допомогою обертового дискового електроду і температурно-кінетичного методу. Визначення струму обміну, коефіцієнтів переносу та числа електронів, які приймають участь в електрохімічній реакції. Знаходження стехіометричного числа і порядку реакції.

4.3.2. Використання релаксаційних потенціостатичних методів для дослідження механізму електрохімічної реакції. Основний потенціостатичний метод. Метод ступеневої зміни потенціалу. Циклічний потенціостатичний метод.

4.3.3. Гальваностатичні методи. Основний гальваностатичний метод. Циклічний гальваностатичний метод. Двохімпульсний гальваностатичний метод. Хронопотенціометрія.

4.3.4. Кулоностатичний метод.

4.3.5. Зміннострумові методи. Метод фарадеєвського імпедансу.

РОЗДІЛ 4

ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ АПАРАТІВ

4.4.1. Критерії вибору матеріала корпусу, електролітів, електродів, діафрагми, мембран та інших елементів електрохімічних апаратів. Класифікація електрохімічних апаратів за характером роботи: електрохімічні реактори, електрохімічні ванни, хімічні джерела електричної енергії, електрохімічні прилади.

4.4.2. Електрохімічні і енергетичні характеристики електрохімічного апарату: сила струму, вихід за струмом, робоча напруга, джоулеве тепло, питома витрата енергії та їх залежність від різних факторів. Складові балансу напруги, їх залежність від різних факторів. Вплив густини струму на показники процесу.

Розподіл потенціалу і струму в електроліті та на електродах. Вплив газонаповнення на опір електроліту і розподіл струму на електродах. Розподіл струму в пористому електроді.

Напруга розкладу електроліту. Тепловий баланс. Способи підтримки теплової рівноваги в електрохімічному апараті. Коефіцієнт використання енергії. Шляхи покращення енергетичних характеристик.

Катоди. Основні вимоги до них в різних процесах.

4.4.6. Аноди розчинні і нерозчинні, галузі їх використання. Умови нерозчинності металевих анодів. Металоксидні аноди. Композиційні

4.4.7. Мано- та біполярні електролізери. Способи їх підключення до джерела постійного струму. Вибір джерела постійного струму для цих електролізерів.

РОЗДІЛ 5

ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ВИРОБНИЦТВА ХІМІЧНИХ ПРОДУКТІВ

4.5.1. Електроліз води

Загальні відомості. Вплив тиску на складові балансу напруги. Шляхи зниження напруги на електролізері.

Оптимальні умови електролізу води. Конструкції електролізерів для розкладання води. Типи електродів. Розділення газів. Технологічна схема електролізу води. Термоелектрохімічні цикли одержання водню.

Сучасні тенденції у розвитку і удосконаленні конструкції електролізерів для розкладу води та підвищенні ефективності процесів. Проблеми водневої енергетики. Одержання важкої води.

4.5.2. Електрохімічне виробництво хлору та луку

Загальні поняття. Катодні і анодні процеси при електролізі хлоридів. Процеси, які проходять в об'ємі розчину та їх вплив на напрям електродних реакцій.

Принципи електролізу розчинів з фільтруючою діафрагмою та твердим катодом. Оптимальні умови електролізу, електродні матеріали і діафрагми. Конструкції електролізерів з твердим катодом. Аналіз складових балансу напруги та шляхи зниження напруги.

Принципи електролізу розчинів хлоридів лужних металів з іонообмінною мембраною. Оптимальні умови електролізу. Принципіальна схема мембранного електролізера.

Механізм утворення амальгам лужних металів при електролізі хлоридів з ртутним катодом. Вплив домішок на катодний процес. Оптимальні умови електролізу хлоридів на ртутному катоді. Механізм та кінетика розкладу амальгами. Конструкції електролізерів з ртутним катодом та розкращачем амальгам.

Електроліз соляної кислоти. Одержання хлору з попутної соляної кислоти. Способи зменшення робочої напруги при електролізі соляної кислоти.

4.5.3. Електрохімічний синтез

Характерні особливості процесів електрохімічного синтезу, пов'язані з багатостадійністю процесів окиснення та відновлення при утворенні складних неорганічних і органічних сполук. Основні критерії вибору матеріалу електрода при проведенні процесів електрохімічного синтезу. Електродний потенціал і селективність процесів електрохімічного окиснення та відновлення. Принципи вибору складу електроліту. Особливості електролізу неводних розчинів, шляхи інтенсифікації реакцій електрохімічного окиснення та відновлення: підвищення селективності електродних процесів, підвищення

електродних густин струму, зменшення міжелектродної відстані, розвиток поверхні електродів.

Приклади процесів електросинтезу неорганічних речовин: кисневі сполуки хлору, надсірчана кислота та її солі, перборати, кисневі сполуки марганцю. Приклади процесів електросинтезу органічних сполук: реакції заміщення і приєднання, димеризації і конденсації, окиснення і відновлення функціональних груп, одержання металорганічних сполук.

4.5.4. Гідроелектрометалургія

Способи одержання металів із руд. Основні стадії гідрометалургійного процесу: подрібнення, збагачення, обпалювання, вилуговування, очистка розчинів від шкідливих домішок, вилучення металів із одержаних розчинів (електроекстракція, цементация, витіснення воднем) та осадження металів у вигляді сполук (кристалізація, дистиляція, хімічне осадження, гідроліз, адсорбція). Анодне розчинення металів при електрорафінуванні. Утворення іонів фазних сплавів, сульфідів металів, шламоутворення. Вимоги до катодних осадів. Вплив різних факторів (природи металу, що осаджується, складу електроліту, поверхнево-активних речовин, густини струму, тривалості електролізу, температури) на структуру катодного осаду. Шляхи інтенсифікації процесу. Сумісний розряд катіонів різних металів і чистота металу, що осаджується.

4.5.5. Гальванотехніка

Види гальванічних покриттів та їх призначення. Вибір товщини покриття. Вимоги до поверхні, яка покривається, та до покриттів в

Контроль якості покриттів. Методи досліджень властивостей покриттів (зчеплення, мікротвердість, блиск, внутрішня напруга, пластичність, зносостійкість, корозійна стійкість, поруватість та ін.).

Способи нанесення покриттів: електрохімічний, хімічний, внутрішній електроліз, контактне осадження покриттів.

4.5.6. Хімічні джерела електричної енергії (ХДЄЄ)

Будова ХДЄЄ: електроди, активні речовини і активні маси, електроліт. Класифікація ХДЄЄ. Електричні характеристики: електрорушійна сила, напруга, криві розряду і заряду, ємність, віддача, саморозряд, потужність, коефіцієнт корисного використання активних речовин, схоронність, технічний ресурс.

Основні типи гальванічних елементів. Сухі гальванічні елементи. Типи і конструкції сухих гальванічних елементів. Наливні і резервні гальванічні елементи.

Свинцеві акумулятори. Реакції струмоутворення. Електричні характеристики. Будова.

Лужні акумулятори. Кадмій-нікелеві та залізно-нікелеві акумулятори. Реакції струмоутворення. Електричні характеристики. Герметичні акумулятори. Будова акумуляторів. Цинк-нікелеві та цинк-срібні акумулятори. Електричні характеристики та будова.

ХДЕЕ з електролітами на основі органічних і неорганічних розчинників. Принцип дії та будова літєвих ХДЕЕ. Вторинні ХДЕЕ з неводними електролітами.

Паливні елементи. Класифікація паливних елементів. Перспективи їх використання.

4.5.7. Електроліз розплавлених середовищ

Теоретичні основи електролізу розплавів. Фізико-хімічні властивості розплавлених середовищ та їх значення для практики електролізу. Вихід за струмом та за енергією.

Виробництво алюмінію. Електродні процеси. Вплив на процес електролізу різних факторів (температури, складу розплаву, відстані між електродами та ін.). Причини і роль анодного ефекту. Напруга на ванні. Вихід за струмом, за енергією та шляхи їх підвищення. Рафінування первинного алюмінію. Конструкції електролізерів та сучасні тенденції їх розвитку.

Виробництво магнію, натрію, кальцію, літію та інших лужних металів. Конструкції електролізерів і особливості процесу електролізу.

Електрохімічний метод одержання фтору. Умови електролізу та конструкції електролізерів.

4.5.8. Електрохімія в процесах очистки розчинів та вирішенні екологічних проблем

Електроосмос і електрофорез. Галузі технічного використання. Електродіаліз. Електрохімічне знесолення води і електрохімічна де мінералізація органічних сполук. Електрофлотація, гальванокоагуляція та цементація.

Електрохімічне знезараження води. Електрокоагуляція. Електрофільтрування.

Використання іонобмінних мембран для знесолення води. Аніоно-, катіонообмінні і біполярні мембрани.

Інтенсифікація процесу електроекстракції металів з розведених розчинів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. - Київ: Либідь, 1993.-544с.
2. Горбачов А.К. Технічна електрохімія. Частина І. Електрохімічні виробництва хімічних продуктів.-Харків:Прапор.-2002.-254с.
3. Байрачний Б.І. Технічна електрохімія. Частина ІІ. Хімічні джерела струму.- Харків:НТУ"ХП, 2003.-174с.
4. Жук Н.П. Курс теории коррозии й защита металлов.-М:Металлургия, 1976.-472с.
5. Кунтий О.І., Зозуля Г.І. Електроліз іонних розплавів.-Львів: Видавництво НУ "Львівська політехніка", 2006.-206с.
6. Кунтий О. І. Гальванотехніка. - Львів: Видавництво НУ "Львівська політехніка", 2004.-236с.
7. Прикладная злектрохимия/ Под ред. А.П.Томилова.- М:Химия, 1984.-520с.
8. Прикладная злектрохимия/ Под ред. А.Л.Ротиняна.- Л:Химия, 1974.-536с.

9. Багоцкий В.С., Скундин А.М. Химические источники тока.-М:Энергоиздат, 1981.-360с.
10. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Введение в электрохимическую кинетику. - М:Высшая Школа. 1983.-400с.
11. Антропов Л.И., Макушин Е.М., Панасенко В.Ф. Ингибиторы коррозии металлов.- Киев :Техніка, 1981.-183с.
12. Кульский А.А., Гребенюк В.Д., Савлук О.С. Электрохимия в процессах очистки воды.-Киев: Техніка, 1987.-20с.
13. Кошель М.Д. Теоретичні основи електрохімічної енергетики.- Дніпропетровськ:УДХТУ, 2002.-430с.
14. Н.Сахненко М.Д., Ведь М.В., Ярошок Т.П. Основи теорії корозії та захисту металів.-Харків: НТУ'ХПІ, 2005.-238с.
15. Ротинян А.Л., Тихонов К.П., Шошина И.А. Теоретическая электрохимия.- Л: Химия, 1981.-424с.
16. Еородьский А.В. Вольтамперометрия. Кинетика стационарного электролиза.- К, 1988.-172с.
17. Орехова В.В., Байрачный Б.И. Теоретические основы гальваностегических процессов.- К: Вища шк., 1988.-208с.

ГЛАВА 5. Хімічний опір матеріалів та захист від корозії

РОЗДІЛ 1

ОСНОВИ МЕТАЛОЗНАВСТВА, ФІЗИЧНОЇ ХІМІЇ ТА ЕЛЕКТРОХІМІЇ

5.1.1.Металічний зв'язок. Поняття про зонну теорію металів. Кристалічна структура та дефекти ґратки металів. Діаграми стану та властивості сплавів. Тверді розчини, фази втілення, інтерметалічні сполуки. Об'ємна та гранична дифузія в металах і сплавах. Сегрегація та виділення фаз по границях зерен. Основні види термічної обробки сплавів. Міцність деформівність металів і сплавів. Довговічність металів під навантаженням. Втома металів.

5.1.2.Термодинамічна можливість хімічних реакцій. Основні закономірності гомогенних і гетерогенних хімічних реакцій. Адсорбція на однорідних і неоднорідних поверхнях, основні типи ізотерм.

5.1.3.Електрохімічне протікання хімічних реакцій. Електрохімічні системи та їх термодинамічна особливість. Рівноважні та нерівноважні електродні потенціали. Різні типи рівноважних потенціалів. Електроди порівняння, ряд стандартних потенціалів.Водневий та кисневий електроди. Термодинамічна оцінка можливості електродних реакцій, включаючи анодне розчинення та катодне осадження металів.

5.1.4.Подвійний шар на межі електрод-розчин. Процеси зарядження та розряду подвійного шару, фарадеєвські процеси. Принцип незалежності електрохімічних реакцій. Струм обміну. Сповільнена стадія електродного процесу, різні види сповільнених стадій. Перенапряга. Кінетика процесів із сповільненою стадією .переносу заряду. Рівняння Тафеля. Масоперенос в електродних процесах. Дифузійний шар. Швидкість реакцій із сповільненою дифузійною стадією. Основні особливості кінетики і механізму катодного відновлення кисню та вплив на них природи металу. Сумісне протікання катодних процесів: виділення водню та осадження металу, виділення водню та відновлення кисню. Визначення швидкості електродного процесу за струмом поляризації. Реальні залежності швидкості процесу від потенціалу та поляризаційні криві.

РОЗДІЛ 2

КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ

Визначення поняття "корозія металів". Основні причини корозійних процесів. Розповсюдженість корозії в різних галузях народного господарства та значення боротьби з корозією для економіки країни. Наука про корозію та її історичний розвиток. Класифікація корозійних процесів за механізмом, умовами протікання, характером руйнування.

5.2.1 Корозія металів в електролітах

Хімічний та електрохімічний механізми розчинення металів. Електрохімічна корозія. Поняття про корозію з витісненням водню та відновленням кисню. Інші можливі окисники в корозійних процесах. Термодинамічна можливість "самовільного розчинення" металів.

Анодні процеси при корозії металів

Термодинамічні основи. Класифікація анодних процесів. Діаграми Пурбе. Закономірності анодного розчинення металів. Електрохімічні реакції переходу. Перенапряга переходу. Класична залежність швидкості розчинення металів, від потенціалу (рівняння кінетики активного анодного розчинення). Передекспоненційний множник як характеристика стану поверхні.

Катодні процеси електрохімічної корозії металів

Корозія металів з водневою деполяризацією. Схема процесу. Характерні особливості корозії металів з водневою деполяризацією. Методи захисту металів у розчинах кислот. Корозія металів з кисневою деполяризацією. Схема процесу. Особливості корозійних процесів з дифузійним контролем. Захист металів від корозії в нейтральних електролітах.

Специфічні види корозії металів

Пітингова корозія. Електрохімічні закономірності та механізм. Роль аніонів. Методи визначення схильності металів до пітингової корозії. Методи захисту. Міжкристалітна корозія. Закономірності та механізм. Вплив складу сплаву та домішок. Ножова корозія металів. Методи визначення стійкості металів до міжкристалітної корозії. Методи захисту. Корозійно-механічне руйнування металів. Корозійне розтріскування під напруженням. Вплив циклічних напружень. Корозійна втома. Способи захисту. Кавітаційна, ерозійна та фретінг-корозія. Воднева корозія металів в електролітичних середовищах. Водневе окрихчення. Наводнювання та кінетика розряду іонів водню. Вплив складу та структури поверхні. Способи захисту. Щілинна корозія. Корозія під впливом блукаючих струмів. Особливості, механізм і методи захисту.

Корозія металів у природних і промислових умовах

Атмосферна корозія металів. Класифікація та механізм атмосферної корозії металів. Конденсація вологи на поверхні металу. Особливості та контролюючі стадії. Фактори атмосферної корозії металів. Захист металів від атмосферної корозії. Підземна корозія металів. Грунт як корозійне середовище. Механізм і класифікація підземної корозії металів. Контролюючі стадії, характерні особливості, фактори та кінетика. Захист металів від підземної корозії. Морська корозія. Морська вода, як корозійне середовище. Механізм і особливості морської корозії металів. Фактори, які впливають на морську корозію металів. Захист металів у морській воді. Корозія металів у прісній воді. Корозія металів у розплавах електролітів. Електродні потенціали в розплавлених електролітах. Механізм і характерні особливості корозії металів у розплавлених електролітах. Корозія металів у розплавлених металах.

Механізм руйнування. Вплив домішок у рідкому металі. Кавітаційно-ерозійний вплив рідких металів на тверді. Методи захисту.

5.2.2 Корозія металів у газоподібних середовищах. Оксидні плівки на металах.

Термодинамічна можливість газової корозії металів. Реакційна здатність і термодинамічна стійкість продуктів газової корозії. Класифікація плівок. Умова суцільності. Напруження в плівках та їх руйнування. Масоперенесення та електропровідність продуктів корозії металів. Тверді електроліти та їх класифікація за типом неупорядкованості, власна, домішкова. Структурна неупорядкованість. Аморфні електроліти. Реакції з участю дефектів.

Кінетика газової корозії металів

Схема та лімітуючі стадії окислення металів у газах. Лінійний закон окислення. Фазовий склад окалини та діаграма стану метал-кисень. Виведення параболічного закону окислення металів. Аналіз параболічного закону. Електрохімічна модель параболічного закону окислення. Логарифмічний закон окислення. Багарошарові оксидні плівки. Утворення декількох шарів за Валенсі. Окислення сплавів. Теорія Вагнера - Хауффе. Теорія Смірнова. Теорія Тихомірова. Подвійні оксиди в окалині. Внутрішнє окислення сплавів.

Вплив внутрішніх і зовнішніх факторів на корозію металів у газах.

Вплив температури, складу та тиску газової фази. Високотемпературна пасивація. Вплив швидкості руху газоподібного середовища та режиму нагріву. Вплив складу та структури сплаву, деформації металу та характеру обробки поверхні металів. Захист металів від газової корозії. Заходи по зменшенню окислення металів і раціональному використанню легуючих елементів.

Теорія протикорозійного легування та корозійна стійкість металів і сплавів Основні принципи протикорозійного легування

Протикорозійне легування металів як один з основних методів боротьби з корозією. Шляхи підвищення корозійної стійкості металів легуванням. Обґрунтування вибору корозійностійких сплавів за характером корозійної стійкості та структурою. Створення економно-легованих матеріалів, поверхневе легування.

Залізо, вуглецеві та низьковуглецеві сталі

Газова корозія заліза та сталі: окислення, знеуглечення, воднева крихкість, ріст чавуну. Електрохімічна корозія заліза та сталі: термодинамічна стійкість, вплив зовнішніх і внутрішніх факторів. Проблема корозійного розтріскування та наводнювання низьколегованих вуглецевих сталей. Корозія в сірководневих середовищах.

Корозійнотривкі сплави на основі заліза

Класифікація корозійностійких сплавів за складом і структурою. Призначення основних легуючих компонентів і роль домішок. Хромисті сталі. Структура та корозійна стійкість. Підвищення корозійної стійкості хромистих сталей проти газової та електрохімічної корозії додатковим легуванням.

Високочисті феритні сталі, хромонікелеві аустенітні сталі. Вплив вмісту хрому, нікелю, вуглецю та міді на структуру хромонікелевих сталей. Корозійна стійкість (тривкість) сталей. Хромонікелеві сталі, їх особливості та застосування. Локальні види корозії хромистих і хромонікелевих сталей: міжкристалітна, пітінгова, корозійне розтріскування, щілинна корозія.

Корозійнотривкі чавуни. Легування чавунів яля підвищення їх стійкості проти газової та електрохімічної корозії. Класифікація та області застосування корозійнотривких чавунів. Перспективи підвищення корозійної тривкості сплавів на основі заліза. Аустенітні сталі (хромомарганецьнікелеві, хромомарганцеві). Нержавіючі сталі підвищеної міцності. Сплави на основі залізі та нікелю. Двошарові метали. Корозійна тривкість найбільш розповсюджених конструкційних кольорових і благородних металів

Електрохімічна корозія міді та її сплавів. Термодинаміка процесу. Діаграма стану мідь-вода. Загальна та місцева корозія міді та її сплавів в електролітах. Газова корозія міді. Теоретичні основи підвищення корозійної стійкості мідних сплавів. Бронза, латунь. Корозійне розтріскування та знецинкування латуні. Нікель і його сплави. Електрохімічна корозія нікелю. Діаграма стану нікель-вода.

Загальна та місцева корозія в електролітах. Газова корозія нікелю. Застосування та техніко-економічні показники сплавів нікелю. Алюміній та його сплави. Електрохімічна корозія алюмінію. Діаграма стану алюміній-вода. Загальна та місцева корозія в електролітах. Міжкристалітна корозія, корозійне розтріскування, розшаровуюча, пітінгова корозія алюмінієвих сплавів. Методи їх усунення. Магній та його сплави. Електрохімічна корозія магнію. Діаграма стану магній-вода. Загальна та місцева корозія в електролітах. Газова корозія магнію. Корозійна стійкість сплавів на основі магнію. Локальні види корозії магнієвих сплавів і методи захисту. Титан і його сплави.

Електрохімічна корозія титану. Діаграма стану титан-вода. Схильність до пасивації титану. Газова корозія. Теоретичні основи створення корозійностійких титанових сплавів. Солева корозія титанових сплавів.

Корозійна тривкість Ta, Nb, V, Mo, W, Zn. Електрохімічна корозія: термодинаміка процесу, рівноважні діаграми стану системи метал-вода, загальна та місцева корозія, пасивність. Газова корозія. Сплави на їх основі, їх корозійна тривкість.

Охорона праці при роботі з берилієм і радіоактивними металами. Корозійна тривкість Au, Pt, Pd, Ag і їх сплавів. Корозійна тривкість Cs, Rb, Sr, Zr, Co. Термодинаміка та кінетика окислення. Методи протикорозійного легування та області застосування.

РОЗДІЛ 3

ПРОТИКОРОЗІЙНИЙ ЗАХИСТ

5.3.1. Захисні покриття

Захисні покриття в загальній системі боротьби з корозією металів. Класифікація захисних покриттів за матеріалами, способом нанесення та механізмом захисної дії. Рациональний вибір методу та виду захисту від корозії.

Підготовка поверхні металів під покриття

Класифікація способів обробки поверхні металів. Способи обробки поверхні металів. Способи знежирення, травлення та полірування металів.

Способи одержання металевих і неметалевих покриттів

Гальванічний спосіб одержання покриттів. Кінетика та механізм електрокристалізації металів у виді шару. Електрокристалізація сплавів металів. Вплив природи металу, що осаджується, складу електроліту та параметрів електролізу на структуру та властивості покриття. Макро- та мікророзсіююча здатність електролітів. Адсорбційно-дифузійний механізм вирівнювання поверхні покриття. Блискучі покриття. Композиційні електрохімічні покриття. Гальванічні покриття з розплавів солей. Багатошарові гальванічні покриття. Хімічні методи одержання покриттів з водних електролітів і розплавів солей. Дифузійний спосіб одержання покриттів. Рівняння дифузії для розрахунку технологічних параметрів одержання покриттів. Склад, особливості структури та властивості корозійно-та зносостійких дифузійних покриттів. Напилення металів (металізація). Способи газотермічного та плазмового напилення неметалевих і металевих покриттів. Способи вакуумного напилення металів: термічне та катодне напилення, іонне осадження (імплантація). Одержання металевих і неметалевих покриттів зануренням у розплав, наплавкою та оплавленням. Плакування металів прокатуванням і вибухом. Лазерна обробка поверхні.

5.3.2. Захисні металеві покриття

Мідні покриття. Особливості міднення. Латунування. Цинкові та цинкмісні покриття. Гальванічне кадмування. Олов'яні та свинцеві покриття. Алюмінієві покриття. Покриття "Тальфан", "Тальвалюм" та "Цинкромет". Особливості механізму захисту сталі від атмосферної корозії олов'яними та алюмінієвими покриттями. Дифузійне алітування металів для підвищення їх жаростійкості. Нікелеві покриття. Електролітичне та хімічне нікелювання. Блискуче нікелювання. Багатошарові та багатокомпонентні покриття на основі нікелю. Хромові та хроммісні покриття. Електролітичне хромування різного призначення. Дифузійне хромування, титанування, цикування та алітування. Вакуумнапилені покриття. Покриття з благородних ірідкісних металів.

5.3.3. Захисні неметалічні неорганічні та органічні покриття

Неорганічні конверсійні покриття. Оксидування хімічне та електрохімічне алюмінію, магнію, залаза, міді та їх сплавів. Хромування Фосфатування сталі в гарячих і холодних розчинах. Неорганічні покриття

(напилені, наплавлені тощо) оксидні, силікатні, складі та керметні. Лакофарбові покриття (ЛФП). Класифікація та характеристика ДФП. Комбіновані покриття ЛФП. Помбіновані покриття метал-ЛФП. Склад і механізм захисної дії ЛФП. Методи дослідження та контролю захисних покриттів.

Обробка корозійного середовища, електрохімічний захист та раціональне конструювання

5.3.4. Захисні атмосфери.

Принцип підбору захисних атмосфер. Класифікація та характеристика захисних атмосфер для сталей, кольорових металів і сплавів. Установки для створення та контролю захисних атмосфер. Методи зменшення окислення металів. Зменшення вмісту деполяризатора в електролітах. Нейтралізація кислих середовищ. Корозія при відкладенні солей твердості води. Застосування інгібіторів корозії металів. Класифікація інгібіторів, ефективність, механізм дії. Теоретичні основи підбору інгібіторів у різних середовищах. Інгібітори корозії в кислих середовищах. Інгібітори корозії металів у водних розчинах солей та лугів. Інгібітори атмосферної корозії металів. Інгібітори корозії металів у неводних рідких середовищах.

5.3.5. Електрохімічний захист.

Катодний захист. Принципи та ефективність методу. Катодні станції захисту. Вихідні дані та методи розрахунку станцій катодного захисту. Типи, розташування та розрахунок анодних заземлень. Протекторний захист. Суть методу, його застосування для захисту різного обладнання. Зона дії протекторів, їх розташування та розміри, матеріал, методи кріплення. Основи проектування протекторного захисту та шляхи його вдосконалення. Анодний захист, його принципи та застосування для металів, схильних до пасивації. Регулятори потенціалу та електроди порівняння. Основи проектування та технічна реалізація. Методи анодного захисту. Оцінка небезпеки корозії від блукаючих струмів. Попередження виникнення блукаючих струмів. Принцип електродренажного захисту та його практична реалізація в випадку анодного, катодного та струму, що змінюється. Простий, поляризований та посилений дренаж.

5.3.6. Захист від корозії на стадії проектування, збирання та експлуатації

Вплив елементів конструкції на корозійні процеси. Неоднорідність металевої поверхні. Напружені ділянки. Вузькі зазори. Важкодоступні та важкоосушувані ділянки. Застійні зони. Локалізоване поступлення корозійного середовища. Основні принципи раціонального конструювання. Відсутність несприятливих металевих контактів або їх знешкодження. Враховування та послаблення механічних впливів. Усунення напружених і важко доступних ділянок, а також застійних зон. Створення умов дренажу. Зменшення кількості зазорів. Запобіжні пристрої. Вимоги до технології виготовлення апаратури. Вибір металу заклепки. Карбування швів. Вибір зварних електродів. Правила зварювання. Термічна обробка зварного шва. Проектування захисту від корозії.

5.3.7. Застосування неметалевих матеріалів

Основні хімічно стійкі неметалеві матеріали (класифікація). Види хімічного руйнування неметалевих матеріалів.

Склад та будова силікатних матеріалів, високомолекулярних сполук і композиційних матеріалів на їх основі.

Методи підвищення стійкості неметалевих матеріалів до дії агресивних середовищ. Механотермічна, радіаційна, ультразвукова обробка полімерів. Введення наповнювачів і стабілізаторів. Методи визначення хімічної стійкості неметалевих матеріалів.

Термостійкість неметалевих матеріалів і методи її оцінки. Термодеструкція та термоокислення матеріалів органічного походження.

Сорбція інертної та неінертної пари неметалевими матеріалами. Процеси перенесення пари та газів у неметалевих матеріалах. Проникність полімерних матеріалів. Перенесення летючих і нелетючих електролітів. Методи визначення проникності.

Деформація та міцність полімерних матеріалів. Високопластична деформація та релаксаційні явища в полімерах. Кінетична теорія міцності С.І.Журкова. Довговічність твердих тіл під навантаженням. Модуль пружності композиційних матеріалів. Вплив матриці та дисперсної фази на формування механічних властивостей. Вплив границі розділу між компонентами на механічні властивості, проникність і хімічну стійкість композиційних матеріалів. Оцінка матеріалу за властивостями його компонентів. Корозійне розтріскування неметалевих матеріалів в агресивних середовищах.

Методи визначення довговічності неметалевих матеріалів в агресивних середовищах. Корозія бетону та залізобетону.

РОЗДІЛ 4

МЕТОДИ КОРОЗІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ВИПРОБУВАНЬ

5.4.1.Класифікація методів. Критерії стійкості до різних видів корозії. Прискорені випробування, їх переваги та обмеження. Методи випробування на газову корозію. Випробування на корозію в електролітичних середовищах. Потенціостатичні та гальваностатичні методи поляризаційних вимірювань. - Метод поляризаційного опору. Хімічні та електрохімічні методи оцінки стійкості до міжкристалітної та пітінгової корозії. Випробування на контактну та щілинну корозію. Випробування на корозію під напруженням і корозійну втому. Натурні та виробничі випробування.-^Контроль корозії в умовах експлуатації.

5.4.2. Вивчення та моделювання процесів корозії та захисту металів

Роль формалізації та математичних методів при моделюванні процесів корозії та захисту металів. Гіпотези, модель, параметри оптимізації. Планування експерименту: вибір моделі та гіпотези. Кроковий принцип проведення експерименту. Повний факторний план. Фактори та правила їх вибору. Розрахунок коефіцієнтів математичної моделі та їх значимість.

Дробовий факторний план. Статистична обробка результатів експерименту. Ранжування факторів. Визначення значимості факторів. Перевірка адекватності моделі. Прийняття рішень після побудови моделі. Рух до оптимуму: круте сходження, послідовне симплекс-планування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Соколовская Е.М., Гузеев Л.С. Металлохимия. М.: Изд-во МГУ. - 1986.
2. Антропов Л.И. Теоретична електрохімія. Київ. - 1993
3. Колотыркін Я.М. Металл й коррозія. (Серія Захиста металлов от коррозії). - М.:Металлургія. - 1985.
4. Томашов Н.Д., Чернова Г.П. Теория коррозии и коррозионно-стойкие конструкционные материалы. - М.: Металлургия. - 1986.
5. Кеше Г. Коррозия металлов (пер. с немецкого под ред. Я.М.Колотыркіна и В.В.Лосева). - М.: Металлургия. - 1984.
6. Колотыркін Я.М., Флорианович Г.М. Взаимосвязь коррозионно-электрохимических свойств железа, хрома и никеля й их двойных и тройных сплавов. Итоги науки и техники. Коррозия и защита от коррозии. М. - Т.4 - 1975. - С.5-45.
7. Колотыркін Я.М., Фрейман Л.И. Роль неметаллических включений в коррозионных процессах. Итоги науки й техники. Коррозия и защита от коррозии. М. - Т.6 - 1978. - С.5-52.
8. Каспарова О.В., Колотыркін Я.М. Влияние дефектов кристаллической решетки на коррозионно- электрохимическое поведение металлов и сплавов. Итоги науки и техники. Коррозия й защита от коррозии. М. -Т.8- 1981. -С.51-101.
9. Макаров В.А. Анодная злектрохимическая защита. Итоги науки и техники. Коррозия и защита от коррозии. - М. - Т.3 - 1974.
10. Лайнер Защитные покрытия металлов. - М.: - Металлургия. 1974.
11. Плудек В. Защита от коррозии на стадии прозктирования. - М.: Мир. -1980.
12. Клинов Й.Я., Удаев П.Г., Молоканов А.В. Химическое оборудование в коррозионно-стойком исполнении. - М.: Машиностроение. 1971.
13. Манин В.М., Громов А.Н. Физико-химическая стойкость полимерных материалов в условиях зксплуатации. - Л.: Химия. - 1980.
14. Похмурский В.И. Коррозионная усталость металлов. - М.: Металлургия - 1985. -207с.
15. Похмурський В.І., Мелехов Р.К., Круцан Г.М., Здановський В.Г. Корозійно-механічне руйнування зварних конструкцій. К.: Наукова думка. - 1995. - 264 с.
16. Федірко В.М., Погрелюк І.М. Азотування титану та його сплавів. - К.: Наукова думка.- 1995.-222с.
17. Петров Л.Н., Сопрунюк Н.Г. Коррозионно-механическое разрушение металлов и сплавов. - К.: Наукова думка. - 1991. - 216 с.
18. Бзкман В., Швенк В. Катодная защита от коррозии: Справ, изд. Пер с нем. - М.: Металлургия. - 1984. - 496 с.

19. Туманова Н.Х., Барчук Л.П. Гальванические покрытия из ионных растворов./Под ред. Делимарского Ю.К. - К.: Техніка. - 1983. - 165 с.
20. Хенли В.Ф. Анодное оксидирование алюминия и его сплавов. Пер. с англ. / Под ред. Синявского В.С. - М.: Металлургия. - 1986. - 152 с.
21. Фрейман Л.И., Макаров В.А., Брыскин Й.Е. Потенциостатические методы в коррозионных исследованиях и Электрохимической защите / Под ред. Колотыркина Я.М. - Л.: Химия. - 1972.
22. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Греновский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. - М.: Наука. - 1976.
23. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов. - М.: Металлургия. - 1976.
24. Антропов Л.И., Макушин Е.М., Панасенко В.Ф. Ингибиторы коррозии металлов. К.: Техніка. - 1981.
25. Розенфельд И.Л., Жигалова К.А. Ускоренные методы коррозионных испытаний. - М.: Металлургия. - 1966.

ГЛАВА 6. Неорганічна хімія

РОЗДІЛ І

6.1.1. Предмет хімії. Її місце серед інших природничих наук. Питання, які вивчає неорганічна хімія. Основні етапи розвитку неорганічної хімії. Роль фізико-хімічних методів дослідження й теоретичних дисциплін у розвитку неорганічної хімії. Значення неорганічної хімії для народного господарства й оборони країни. Екологічні проблеми екстенсивного зростання хімічної промисловості. Хімія та філософія. Дві форми існування матерії. Зв'язок матерії та руху. Співвідношення Ейнштейна. Енергія при хімічних перетвореннях. Відносність закону збереження маси. Закон збереження матерії.

6.1.2. Основні закони хімічної взаємодії: закон Авогадро, закон сталості складу, закон кратних відношень, закон еквівалентів. Атомна одиниця маси. Число Авогадро. Визначення атомних та мольних мас (за законом Авогадро, формулою Менделєєва-Клапейрона, за відносною густиною газів, за еквівалентами, через правило Дюлонга-Пті). Вивід хімічних формул.

РОЗДІЛ 2

ОСНОВИ ХІМІЧНОЇ КІНЕТИКИ Й ТЕРМОДИНАМІКИ

6.2.1. Способи вираження концентрацій реагуючих речовин при проходженні гомогенних процесів, спосіб вираження швидкості таких реакцій. Поняття про гомогенні та гетерогенні процеси. Вплив концентрації на швидкість гомогенних процесів. Вивід закону діючих мас. Фізичний зміст константи швидкості реакції. Вираз для закону діючих мас у випадку гетерогенних реакцій. Поняття про порядок та молекулярність реакції. Поняття про механізм паралельних, послідовних та спряжених реакцій (з абстрактними прикладами).

6.2.2. Вплив температури на швидкість гомогенних реакцій. Необхідність енергетичної підготовленості молекул реакції. Поняття про ефективні та неефективні зіткнення. Розподіл часток за енергіями Максвелла-Больцмана. Енергія активації хімічної реакції. Рівняння температурної залежності константи швидкості реакції Арреніуса. Методи визначення енергії активації процесу та передекспоненційного члена рівняння Арреніуса з експериментальних даних. Енергетичні діаграми реакцій (енергія - координата реакції).

6.2.3. Поняття про каталізатори. Теорія проміжних сполук. Вплив каталізатора на швидкість прямого та зворотного процесів. Поняття про теорію активного комплексу на прикладі взаємодії водню з йодом.

6.2.4. Оборотні та необоротні хімічні процеси. Зміна швидкостей прямої та зворотної гомогенних реакцій в часі на прикладі взаємодії водню з киснем.

Визначення стану хімічної рівноваги. Вивід виразу для константи рівноваги процесу.

6.2.5. Зсув хімічної рівноваги. Вплив зміни концентрації та тиску в системі на стан рівноваги. Принцип Ле-Шательє. Вивід виразу для температурної залежності константи рівноваги процесу. Визначення енергетичного ефекту (ентальпії) процесу з експериментальних даних про константи рівноваги реакції при різних температурах.

6.2.6. Поняття про термодинаміку. Визначення системи, ізольованої системи. Поняття про внутрішню енергію. Перший закон термодинаміки. Зв'язок між теплотою, роботою, та зміною внутрішньої енергії при процесі. Вивід виразу для ентальпії (тепловмісту) системи.

6.2.7. Ентальпія як функція стану. Закон Гесса, його ілюстрація. Поняття про стандартний стан і стандартні ентальпії утворення. Стандартна ентальпія хімічного процесу. Застосування закону Гесса для обчислення стандартних ентальпій хімічних процесів.

6.2.8. Поняття про другий закон термодинаміки. Поняття про ентропію як міру ймовірності стану системи, математичний зв'язок між цими величинами (Больцман). Залежність ентропії від температури, її зміна при фазових переходах. Стандартна ентропія. Стандартна зміна ентропії при хімічних процесах.

6.2.9. Напрямок хімічного процесу. Обмеженість принципу Бертолле-Томсона. Дві рушійні сили хімічного процесу. Поняття про вільну та зв'язану енергію. Вивід виразів для вільної енергії Гіббса та вільної енергії Гельмгольца. Критерій можливості проходження хімічної реакції при різних за величиною й знаком стандартних ентальпій й ентропій реакції. Математичний зв'язок константи рівноваги процесу з величиною зміни вільної енергії. Термодинамічні та кінетичні умови проходження процесу.

РОЗДІЛ 3

БУДОВА АТОМА

6.3.1. Розвиток уявлень про будову атома (Демокрит, Праут, Менделєєв). Відкриття фізики останньої чверті XIX ст.: катодні промені (Крукс), радіоактивність (Беккерель), видима частина спектру водню (Бальмер). Теорії будови атома Томсона, Резерфорда. Постулати Бора. Пояснення ним походження ліній у спектрі водню. Енергетична діаграма для електронів в атомі водню. Головне квантове число.

6.3.2. Хвильові властивості електронів (де-Бройль) та принцип невизначеності (Гейзенберг) як основні положення квантово-хвильової механіки. Поняття про квантові числа. Принцип Паулі. Ємність електронних оболонок.

6.3.3. Рівняння Шредінгера. Фізичний зміст Ψ -функції та її квадрату. Математичний вираз Ψ -функції для 1s- та 2s-електронів, зміна електронної

густини залежно від віддалі до ядра. Електронні орбіталі. Їх форма для s-, p- та d-електронів.

6.3.4. Рентгенівські спектри. Походження ліній спектру. Відмінність оптичного та рентгенівського спектрів. Закон Мозлі. Рентгенівські спектри як джерело інформації про будову атома (заряд ядра, число заповнених рівнів, заселеність рівнів).

6.3.5. Атомне ядро. Відкриття Резерфордом ядерних реакцій. Відкриття нейтронів. Методи дослідження ядер. Протонно-нейтронна теорія (Іваненко, Гапон, Гейзенберг). Взаємоперетворення протонів та нейтронів. Стійкі нуклонні конфігурації (“магічні числа”). Природа між нуклонних сил. Дефект маси. Ізотопи та ізобари. Плеяди ізотопів, залежність чисельності плеяд від положення елемента в періодичній системі. Поняття про методи розділення ізотопів: електромагнітна сепарація, газова дифузія, термодифузія, центрифугування, фракційна перегонка, електроліз.

РОЗДІЛ 4

ПЕРІОДИЧНИЙ ЗАКОН Д. І. МЕНДЕЛЄЄВА

6.4.1. Історія відкриття Періодичного закону. Конструкція періодичної системи. Порядок заповнення електронних орбіталей. Правило Гунда. Правило Клечковського. Чергові та валентні електрони в атомів різних елементів.

6.4.2. Метали і неметали в періодичній системі. Інертні елементи. Перехідні елементи. Ефективні радіуси атомів і іонів. Орбітальні радіуси. Закономірності їх зміни в періоді, підгрупі. Енергія іонізації (іонізаційний потенціал), спорідненість до електрона, електронегативність.

6.4.3. Електронна аналогія: повні та неповні електронні аналоги. Періодичні та неперіодичні властивості елементів у періодичній системі. Коротка та довгі форми періодичної системи. Границі періодичної системи. Значення, зміст і перспективи розвитку періодичного закону, його філософська основа.

РОЗДІЛ 5

ТЕОРІЯ ХІМІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ

6.5.1. Розвиток уявлень про валентність та хімічний зв'язок (Ломоносов, Бертоле, Берцеліус, Франкленд). Іони та іонний зв'язок. Електровалентність. Залежність енергії системи від віддалі між іонами. Енергетика утворення іонів, іонних “молекул” та іонних кристалів. Енергія кристалічної ґратки (формула Капустинського). Позитивні ентальпії утворення багатозарядних елементарних аніонів. Основні характеристики та критерії утворення іонного зв'язку. Залежність типу кристалічної структури від розмірів іонів (тип хлориду натрію та хлориду цезію).

6.5.2. Ковалентний зв'язок. Поділені та неподілені електронні пари. Поняття про квантову хімію. Метод валентних схем (метод локалізованих

електронних пар) і модель Гейтлера-Лондона для молекули водню. Енергетична діаграма для молекули водню. Симетрична та антисиметрична хвильові функції. Електронна густина в міжядерному просторі. Основні положення МВС.

6.5.3. Основні характеристики зв'язку. Ентальпія зв'язку (в молекулах водню, метану, хлориду водню), способи її обчислення. Зв'язок між ентальпією зв'язку та міжядерною віддаллю (молекули галогеноводнів, прості та кратні зв'язки в молекулах вуглеводнів). Полярність зв'язку. Дипольний момент. Ефективний (частковий) заряд на атомах у полярних сполуках. Співвідношення між неполярним, полярним та іонним зв'язками. Критерій полярного ковалентного зв'язку.

6.5.4. Насиченість ковалентного зв'язку у світлі гіпотези про спін-валентність. Промотування. Можливість утворення ковалентних зв'язків атомами різних груп і періодів. Аномальні валентності деяких елементів вставних декад. Гібридизація орбіталей: діагональна, тригональна, тетраедрична.

6.5.5. Напрявленість ковалентного зв'язку і геометрія молекул в наближеннях: моделі взаємодії частково поляризованих атомів; моделі взаємодії поділених і неподілених гібридних орбіталей; моделі неповної гібридизації. Узагальнююча модель відштовхування локалізованих електронних пар (Джілеспі) і геометрія бінарних молекул.

6.5.6. Кратність хімічних зв'язків. Сигма-, пі- та дельта-зв'язки. Ілюстрація на прикладі молекули азоту. Координативний (донорно-акцепторний зв'язок). Особливості дативного зв'язку. Делокалізовані багатоцентрові зв'язки на прикладі двоелектронного трицентрового зв'язку в молекулі диборану. Основні характеристики ковалентного зв'язку.

6.5.7. Метод молекулярних орбіталей (ММО), його основна ідея. Поняття про математичний апарат ММО - принцип розрахунку молекулярних Ψ -функцій електронів. Зв'язуючі та розслаблюючі МО. Їх форми для сигма-s-s, сигма-p-p та пі-p-p - взаємодії. Енергетичні діаграми МО гомо- та гетероядерних молекул елементів 1-го та 2-го періоду. Переваги ММО перед МВС у поясненні властивостей молекул та молекулярних іонів кисню, азоту, фтору. Електронні формули молекул. Незв'язуючі орбіталі на прикладі молекули фториду водню.

6.5.8. Поляризація атомів та іонів. Залежність поляризованої дії іонів від їх радіусів, зарядів та електронної будови. Вплив цих факторів на здатність аніонів поляризуватись. Іон-іонна, іон-дипольна та диполь-дипольна взаємодії. Дисперсійна взаємодія між неполярними молекулами і сили Ван-дер-Ваальса. Водневий зв'язок, його ентальпія, сполуки, в яких він виявляється. Явище контролю поляризації, його вплив на термостійкість сполук (кисневі кислоти та їх солі).

6.5.9. Кристалічний та аморфний стан речовин. Типи кристалічних ґраток. Температури топлення, кипіння та твердість іонних, молекулярних та атомних кристалів. Забарвлення речовин як результат їх взаємодії з випромінюванням. Вплив електронної структури та поляризаційних явищ на

зabarвлення речовин. Розчинність кристалів залежно від природи речовин і розчинника.

РОЗДІЛ 6

РОЗЧИНИ

6.6.1. Поняття про систему, компонент, фазу. Дисперсні системи: дисперсійне середовище, дисперсна фаза. Класифікація дисперсних систем за ступенем дисперсності (грубодисперсні, гранично-високодисперсні, іонно-молекулярні) та за агрегатним станом дисперсної фази та дисперсійного середовища. Колоїдні системи. Розчини рідкі, тверді та газоподібні. Способи вираження концентрації: масова частка (процентна), молярна, молярна, нормальна. Розчини ідеальні та реальні, критерії їх класифікації.

6.6.2. Діаграма стану води. Правило фаз Гіббса. Поняття про число ступенів свободи. Тиск пари над бінарним розчином і закон Рауля. Обмеження в його застосуванні.

6.6.3. Кріоскопія та ебуліоскопія. Відповідні закони Рауля. Кріоскопічна (ебуліоскопічна) константа. Її фізичний зміст. Явище осмосу. Осмотичний тиск. Виведення закону Вант-Гоффа. Практичне застосування законів фізичної теорії розчинів, причини позитивних та негативних відхилень від них.

6.6.4. Електролітична дисоціація. Механізм дисоціації іонних кристалів та полярних молекул у зв'язку з явищем гідратації (сольватації). Ступінь дисоціації, його залежність від концентрації розчину, полярності зв'язку і міжядерної віддалі в молекулі, а також від полярності молекул розчинника (діелектрична стала). Сильні та слабкі електроліти, критерій їх класифікації.

6.6.5. Ізотонічний коефіцієнт. Способи його визначення. Виведення залежності між ізотонічним коефіцієнтом і ступенем дисоціації. Уявний ступінь дисоціації сильних електролітів. Поняття про активність і коефіцієнт активності. Константа дисоціації слабких електролітів. Виведення закону розведення (Оствальд). Область його застосування.

6.6.6. Характер дисоціації гідроксидів залежно від полярності зв'язків в них. Аналіз кислотно-основних властивостей гідроксидів у моделі іонного зв'язку між компонентами. Правила, які визначають зміни кислотно-основних властивостей гідроксидів залежно від радіуса та заряду центрального іона. Дисоціація води. Іонний добуток води. Водневий показник. Способи його визначення. Добуток розчинності.

6.6.7. Процес гідратації (сольватації). Вплив на них заряду та радіуса іона. Кристалогідрати, вплив розмірів іонів на можливість їх утворення. Вивітрювання та розпливання солей, вплив на ці явища різних факторів.

6.6.8. Фазові діаграми двокомпонентних систем на прикладі системи вода-хлорид натрію. Застосування правила фаз. Евтектична (кріогідрат на) точка. Поняття про гідроліз і сольволіз. Гідроліз солей (4 випадки). Виведення виразу для константи гідролізу різних солей. Фактори, що впливають на зсув рівноваги при гідролізі. Поняття проступінь гідролізу. Поняття про протеолітичну теорію кислот і основ.

РОЗДІЛ 7

ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ

6.7.1. Окисно-відновні реакції (ОВР). Методи знаходження коефіцієнтів рівнянь ОВР (електронний баланс). Основи теорії електродних потенціалів. Електродний потенціал металу, залежність від активності металу та концентрації розчину. Поняття про водневий електрод. Стандартні електродні потенціали. Електрохімічний ряд напруг (ряд стандартних електродних потенціалів). Формула Нернста.

6.7.2. Гальванічний елемент. Аналіз його роботи на прикладі мідно-цинкового елемента Якобі-Даніеля. Електрорушійна сила гальванічного елемента, фактори, які на неї впливають. Поняття про стандартні редокс-потенціали напівелементів. Термодинамічне обґрунтування можливості проходження ОВР на підставі зв'язку між зміною вільної енергії Гіббса і електрорушійною силою гальванічного елемента. Процеси електролізу. Катодний і анодний процеси при електролізі розчинів і розплавів солей з нерозчинними і розчинними анодами.

РОЗДІЛ 8

КОМПЛЕКСНІ СПОЛУКИ

6.8.1. Атомні та молекулярні сполуки. Дисоціація подвійних та комплексних солей, умовність такого поділу. Основні положення координаційної теорії Вернера: комплексоутворювач, ліганди, координаційне число. Досягнення та недоліки теорії Вернера. Природа хімічного зв'язку в іонних комплексах (електростатичний підхід). Недоліки цього підходу.

6.8.2. Ковалентні комплекси. їх будова та природа хімічного зв'язку з погляду МВС. Низько- та високоспінові комплекси (внутрішньо- та зовнішньо-орбітальна гібридизація). Гібридизація орбіталей при утворенні октаедричних, тетраедричних та квадратних комплексів. Магнітні властивості комплексів, їх будова та стійкість залежно від електронної будови комплексоутворювача. Підативна взаємодія d-електронів центрального іона з вільними орбіталями лігандів.

6.8.3. Уявлення про теорію кристалічного поля. Основні положення теорії. Енергетична діаграма розщеплення d-орбіталей комплексоутворювача в кристалічному полі октаедричного комплексу. Параметр розщеплення і його співвідношення з енергією спаровування електронів на орбіталях центрального іона, електрохімічний ряд лігандів, його роль при визначенні типу гібридизації. Зв'язок енергії розщеплення з забарвленням комплексів. Фактори, від яких залежить параметр розщеплення. Поняття про теорію поля лігандів.

6.8.4. Метод МО в застосуванні до будови комплексів. Енергетичні діаграми для тетрафтороборат (III)-іона і гексааквотитан-(III)-іона. Комплексні сполуки з неорганічними та органічними лігандами. Поняття про дентатність.

6.8.5. Хелатні, кластерні та багатоядерні комплекси. Константа нестійкості - фундаментальна характеристика комплексної сполуки. Залежність константи нестійкості від величини заряду та радіуса центрального іона, його електронні конфігурації на прикладі аміакатів кобальту (II) і (III). Поведінка комплексних сполук в розчинах. Інертні та лабільні комплекси. Ізомерія комплексних сполук: іонізаційна, координаційна; площинна та просторова цис-, транс- ізомерія. Ефект транс-впливу (Черняєв). Номенклатура комплексних сполук. Їх значення для науки, хімічної технології, сільського господарства, медицини (ферменти, хлорофіл, гемоглобін, вітаміни).

РОЗДІЛ 9

БУДОВА ТВЕРДОГО ТІЛА

6.9.1. Хімічний зв'язок у кристалах (атомна, молекулярна та іонна кристалічні структури). Іонна теорія кристалічного стану (аналогія з підходом, прийнятим у методі МО). Зонна структура металів (на прикладі магнію) та напівпровідників (на прикладі силіцію). Зона провідності, валентна та заборонена зона їх взаємне розташування у випадку металів, напівпровідників та діелектриків. Рух електрона в періодичному полі. Уявлення про к-простір. Зони Бріллюена.

6.9.2. Електричні та оптичні характеристики металів, діелектриків та напівпровідників. Фактори, які визначають електропровідність цих речовин та її залежність від температури. Термічна та оптична ширина забороненої зони. Температурна залежність рухливості вільних носіїв заряду в напівпровідниках. Розсіювання на іонізованих домішках та акустичних фонах. Основні типи дефектів в кристалах: точкові (за Шотткі, Френзелем-на прикладі телуриду кадмію), лінійні (дислокації). Відхилення від стехіометрії в складі твердих речовин (бертоліди й дальтоніди Курнакова). Область існування бінарної сполуки (інтервал тисків легкого компонента і відповідні склади). Енергетичні рівні, які створюють власні та домішкові атоми в забороненій зоні. Донорні та акцептори. Основні положення теорії квазіхімічних реакцій дефектоутворення в твердих тілах. Методи побудови апроксимаційних моделей дефектних структур на прикладі германію та телуриду кадмію (нелегованого і легovanого). Залежність концентрації домішки в суміжній фазі та від температури). Асоціати точкових дефектів, їх роль у визначенні фізичних властивостей напівпровідників. Явище самокомпенсації. Методи отримання високоомного телуриду кадмію, способи його моно кристалізації.

РОЗДІЛ 10

ЕЛЕМЕНТИ РАДІОХІМІЇ

10.1. Відкриття радіоактивності (А. Беккерель), роботи Е. Резерфорда, М. Склодовської-Кюрі, П. Кюрі. Уявлення про методи вивчення явищ радіоактивності (люмінесценція речовин, іонізація газів, дія на фотоплівку). Принцип роботи лічильника Гейгера. Основні види радіоактивності: альфа, бета, гамма, К-захоплення, протонний розпад, нейтронний розпад. Правило зсуву. Основний закон радіоактивних перетворень. Період напіврозпаду й радіоактивна стала. Виведення виразу для зв'язку між ними.

6.10.2. Радіоактивна рівновага. Уявлення про методи виділення радіоактивних елементів з природної сировини: методи співосадження, хроматографії та екстракції. Штучна радіоактивність (Ірен і Фредерік Жоліо-Кюрі). Уявлення про способи синтезу штучних радіоізотопів. Одержання технецію, нептунію, плутонію, транс-плутонієвих елементів, урану-233 (Г.Сіборг, Г. Флеров). “Ділення” важких ядер (атомна бомба, урановий реактор). Екологічні проблеми атомної енергетики.

РОЗДІЛ 11

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ГЕОХІМІЇ

6.11.1. Поняття про геохімію (Вернадський). Хімічний склад земної кори (атмосфера, гідросфера, літосфера - вміст основних 3-4 елементів). Розповсюдження елементів у земній корі (кларк), у земній кулі, на місяці, у Всесвіті. Зв'язок розповсюдження хімічних елементів з будовою атомних ядер і електронних оболонок атомів. Правила Менделєєва, Оддо-Гаркінса.

РОЗДІЛ 12

КЛАСИФІКАЦІЯ ТА НОМЕНКЛАТУРА НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

6.12.1. Класифікація неорганічних сполук за їх складом, хімічними та функціональними ознаками. Гомосполуки (прості речовини), бінарні й складні гетеросполуки. Взаємозв'язок між найважливішими класами неорганічних сполук. Прості речовини. Metали і неметали в періодичній системі. Зміна металічного і неметалічного характеру елементів, фізичних властивостей і хімічної активності у групах і періодах. Типи структур простих речовин. Форми знаходження металів і неметалів у природі. Принципи добування.

6.12.2. Бінарні сполуки, їх склад і будова. Сполуки з киснем: субоксиди, оксиди, пероксиди, озоніди. Особливості будови. Типи оксидів: солетворні й несолетворні, основні, кислотні, амфотерні. Зміна хімічного характеру оксидів у межах періодів і груп. Галогеніди. Халькогеніди. Нітриди, фосфіди. Карбіди, силіциди, германіди. Бориди. Металіди. Складні гетеросполуки. Гідроксиди. Типи гідроксидів. Основи, луги. Кислотність основ. Кислоти: безкисневі, оксокислоти, ізополікислоти, гетерополікислоти. Основність кислот. Солі. Солі кисневмісних та безкисневих кислот. Типи солей: середні, кислі, основні

(гідроксо- і оксосолі), подвійні, змішані та комплексні. Правила номенклатури неорганічних сполук.

РОЗДІЛ 13

МЕТАЛИ, БУДОВА ЇХ КРИСТАЛІВ

6.13.1. Будова металічних кристалів. Електронний газ. Природа зв'язку в кристалах металів. Пояснення фізичних властивостей металів. Сплави, їх діаграми стану. Евтектичні системи. Системи з безперервними та обмеженими твердими розчинами. Системи з утворенням інтерметалідів та дистетика. Залежність фізичних властивостей зразків сплавів від складу у випадку евтектичної взаємодії, утворенням твердих розчинів або хімічних сполук.

РОЗДІЛ 14

ВОДЕНЬ

6.14.1. Місце водню в періодичній системі. Будова атома. Валентність і ступінь окислення. Ізотопи водню. Атомарний і молекулярний водень. Характер хімічних зв'язків у сполуках. Фізичні та хімічні властивості водню. Форми знаходження в природі. Способи добування. Застосування водню. Гідриди. Типи гідридів: іонні, ковалентні, полімерні, металічні.

6.14.2. Вода. Аномалія фізичних властивостей води. Важка вода. Типи зв'язаної води: конституційна, лігандна, кристалізаційна, адсорбційна. Пероксид водню.

РОЗДІЛ 15

ЕЛЕМЕНТИ СЬОМОЇ ГРУПИ

6.15.1. Загальна характеристика. Будова атомів. Валентність і ступінь окислення. Підгрупа галогенів. Характеристика елементів. Зміна в підгрупі атомних та іонних радіусів, іонізаційний потенціалів, спорідненості з електроном і електронегативності. Відношення до води, лугів, металів і неметалів. Токсичність галогенів. Форми знаходження галогенів у природі. Способи добування. Застосування галогенів.

6.15.2. Галогеноводні. Характер хімічних зв'язків у молекулах. Стійкість молекул. Асоціація молекул фтороводню. Фізичні і хімічні властивості. Зміна міцності, відновних властивостей і кислотного характеру. Галогеноводневі кислоти. Особливості фтороводневої кислоти. Хлоридна кислота. Добування галогеноводнів. Оксиди. Кисневмісні кислоти. Будова молекул. Стійкість, окисні і кислотні властивості. Загальні принципи добування. Солі кисневмісних кислот галогенів. Порівняльна стійкість і окисна здатність. Інтергалогеніди.

6.15.3. Підгрупа мангану. Зміна в підгрупі атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Зміна хімічних властивостей.

Фізичні та хімічні властивості простих речовин. Добування і застосування. Оксиди і гідроксиди. Стійкість, кислотно-основні та окисно-відновні властивості. Принципи добування. Солі мангану. Манганіти.

6.15.4. Манганати. Окисно-відновні властивості. Принципи добування. Перманганати. Окисні властивості перманганатів у кислому, лужному і нейтральному середовищах. Принципи добування. Застосування. Пертехнати. Перренати. Сполуки з неметалами. Солі кисневмісних кислот і комплексні сполуки. Порівняння властивостей елементів підгрупи мангану з властивостями галогенів.

РОЗДІЛ 16

ЕЛЕМЕНТИ ШОСТОЇ ГРУПИ

6.16.1. Загальна характеристика. Будова атомів. Валентність і ступені окиснення. Підгрупа халькогенів. Зміна в підгрупі атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів, спорідненості до електрона і електронегативності. Зміна металічного та неметалічного характеру та окисно-відновної активності елементів у підгрупі. Особливості кисню. Прості речовини. Фізичні властивості. Алотропні модифікації кисню. Хімічний зв'язок у молекулах кисню і озону. Поліморфні модифікації сірки. Зміна неметалічних і металічних властивостей простих речовин. Хімічні властивості. Окисно-відновні властивості. Відношення до води, кислот і лугів, металів і неметалів. Знаходження в природі. Добування і застосування.

6.16.2. Халькогеноводні. Будова молекул. Термічна стійкість. Фізичні і хімічні властивості. Зміна відновної активності і кислотного характеру. Сірководень і сульфідна кислота. Добування і застосування халькогенідів. Халькогеніди: середні і кислі. Поліхалькогеніди. Халькогеніди як напівпровідники. Оксиди неметалів і металів. Кисневовмісні сполуки халькогенів. Оксиди та їх похідні, особливості будови оксидів. Відношення до води, кислот і лугів. Окисно-відновні властивості. Добування. Застосування сіркового газу і його вплив на навколишнє середовище.

6.16.3. Сульфатна, селенітна і телуритна кислоти. Будова молекул і аніонів кислот. Кислотні та окисно-відновні властивості. Добування. Сульфатна, селенатна і телуратна кислоти. Будова молекул і аніонів кислот. Властивості кислот. Залежність окисних властивостей сульфатної кислоти від її концентрації.

6.16.4. Полісульфатні кислоти. Олеум. Промислові методи добування сульфатної кислоти та її застосування. Сульфати. Гідросульфати. Дисульфати. Селенати і телурати. Тіокислоти та їх солі. Тіосульфати. Відновні властивості тіосульфату натрію та його застосування. Політіонатні кислоти та їх солі. Будова їх молекул. Пероксокислоти сірки та їх солі. Пероксосульфат. Галогеніди і оксогалогеніди сірки, селену і телуру.

6.16.5. Підгрупа хрому. Характеристика елементів. Зміна в підгрупі атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності,

Фізичні та хімічні властивості простих речовин. Відношення до кисню, галогенів, води, кислот і лугів. Добування і застосування. Оксиди хрому, молібдену і вольфраму. Їх стійкість, кислотно-основні та окисно-відновні властивості. Відношення до води, кислот і лугів. Принципи добування. Гідроксиди. Склад і особливості будови гідроксиду хрому (+3). Кислотно-основні і окисно-відновні властивості. Хроматна, молібдатна і вольфраматна кислоти. Їх стійкість, кислотні та окисні властивості. Ізополікислоти та гетерополікислоти. Принципи добування.

6.16.6. Солі хрому, молібдену і вольфраму. Хромати, молібдати, вольфрамати. Взаємний перехід хроматів у дихромати. Окисні властивості хроматів і дихроматів. Кристалогідрати. Подвійні солі. Комплексні сполуки. Карбоніли. Кластерні галогеніди. Пероксидні сполуки. Стійкість і окисна здатність пероксосполук. Порівняння властивостей елементів підгрупи хрому з властивостями халькогенів.

РОЗДІЛ 17

ЕЛЕМЕНТИ П'ЯТОЇ ГРУПИ

6.17.1. Загальна характеристика. Будова атома. Валентність і ступені окислення. Підгрупа азоту. Характеристика елементів. Зміна в підгрупі атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів, спорідненості до електрона і електронегативності. Зміна металічного характеру. Особливості азоту. Прості речовини, особливості будови. Схильність фосфору, Арсену і стихію до утворення полімерних структур. Хімічний зв'язок у молекулах азоту. Поліморфні модифікації аналогів азоту і особливості їх будови. Хімічні властивості. Реакційна здатність молекулярного і атомного азоту, білого і червоного фосфору. Окисно-відновні властивості. Відношення до неметалів, металів, води, кислот і лугів. Знаходження в природі. Добування і застосування.

6.17.2. Водневі сполуки. Будова молекул. Зміна стійкості, реакційної здатності та відновних властивостей. Іони амонію і фосфонію. Принципи добування гідридів підгрупи. Аміак. Добування. Рідкий аміак як розчинник. Розчинність у воді. Реакції приєднання. Амінокомплекси. Солі амонію. Реакції заміщення атомів водню в амоніаку на метал. Аміді, іміді, нітриди. Реакції окислення, застосування амоніаку. Гідразин. Будова молекули. Хімічні властивості. Солі гідразонію. Гідроксиламін. Будова молекули. Хімічні властивості. Солі гідроксиламонію. Азидна кислота. Будова молекули. Хімічні властивості.

6.17.3. Кисневі сполуки азоту та їх похідні. Оксиди. Будова молекул. Відношення до води і лугів. Окисно-відновні властивості. Принципи добування. Токсичність. Вплив на навколишнє середовище. Нітритна кислота. Будова молекули кислоти та нітрит-іона. Нітрити. Окисно-відновні властивості кислоти і нітритів. Нітратна кислота. Будова молекули кислоти і нітрат-іона. Властивості нітратної кислоти. Залежність окисних властивостей

нітратної кислоти від її концентрації. Взаємодія з металами і неметалами. Методи добування. “Царська вода”. Нітрати. Властивості нітратів. Термічний розклад нітратів. Застосування нітратної кислоти та її солей. Азотні добрива. Токсичність нітратів.

6.17.4. Оксиди фосфору, арсену, стибію і вісмуту. Особливості будови. Відношення до води, кислот і лугів. Фосфоровмісні кислоти та їх солі. Гіпофосфітна кислота і гіпофосфіти. Фосфітна кислота і фосфіти. Мета-, ди- і поліфосфатна кислота та їх солі. Ортофосфатна кислота і її солі. Добування і застосування ортофосфатної кислоти. Фосфорні добрива.

6.17.5. Гідроксиди арсену, стибію і вісмуту. Кислотно-основні та окисно-відновні властивості. Солі. Особливості гідролізу солей стибію і вісмуту. Сполуки елементів підгрупи азоту з неметалами і металами. Галогеніди. Халькогеніди.

6.17.6. Підгрупа ванадію. Характеристика елементів. Зміна атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Фізичні та хімічні властивості простих речовин. Відношення до кисню, води, кислот і лугів. Оксиди і гідроксиди. Кислотно-основні властивості. Сполуки елементів з неметалами. Галогеніди. Комплексні сполуки. Порівняння властивостей елементів та їх сполук з властивостями елементів підгрупи азоту.

РОЗДІЛ 18

ЕЛЕМЕНТИ ЧЕТВЕРТОЇ ГРУПИ

6.18.1. Загальна характеристика. Будова атомів. Валентність і ступені окислення. Підгрупа вуглецю. Характеристика елементів. Зміна в підгрупі атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Особливості хімічних зв'язків вуглецю і силіцію. Зміна металічного та неметалічного характеру. Особливості вуглецю. Прості речовини. Поліморфні модифікації. Особливості їх будови. Напівпровідникові властивості силіцію та германію. Хімічні властивості. Окисно-відновна здатність, відношення до кисню, металів, води, кислот і лугів. Знаходження в природі, принципи добування і застосування. Водневі сполуки. Будова молекул. Реакційна здатність метану та інших гідридів. Принципи добування.

6.18.2. Кисневі сполуки та їх похідні. Оксиди вуглецю. Хімічний зв'язок у молекулі монооксиду. Відновні властивості. Реакції приєднання. Карбоніли металів. Токсичність чадного газу. Диоксид. Будова молекули. Відношення до води і лугів. Добування й застосування. Вплив вуглекислого газу на навколишнє середовище. Карбонатна кислота та її солі. Будова молекули кислоти й карбонат-іона. Властивості кислоти. Карбонати, гідрокарбонати, гідроксокарбонати. Термічна стійкість карбонатів. Застосування.

6.18.3. Оксиди силіцію. Особливості будови диоксиду силіцію. Кварц, кварцеве скло: застосування в напівпровідниковій техніці. Відношення до води, кислот і лугів. Силікатні кислоти. Мета-, орто- та полісилікатні кислоти. Особливості їх будови. Добування. Золі й гелі силікатних кислот. Силікагель.

Солі силікатних кислот. Мета-, орто-, полісилікати. Алюмосилікати. Скло. Ситали.

6.18.4. Оксиди й гідроксиди германію, олова і свинцю. Їх порівняльна стійкість, кислотно-основні та окисно-відновні властивості. Принципи добування. Солі гідроксидів металів у катіонній та аніонній формах. Сполуки з неметалами. Сульфіди. Сірководень. Тіосполуки. Галогеніди. Галогенокомплекси. Сполуки з азотом. Ціановодень. Ціанідна кислота. Ціаніди. Токсичність ціанідів. Тіоціановодень. Тіоціанатна кислота та тіоціанати. Сполуки з металами. Карбіди. Типи карбідів. Силіциди.

6.18.5. Підгрупа титану. Характеристика елементів. Зміна атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Фізичні та хімічні властивості простих речовин. Відношення до кисню, води, кислот і лугів. Оксиди та гідроксиди. Особливості будови. Властивості. Відношення до води, кислот, лугів. Солі: титанати, цирконати, гафнати. Властивості солей. Сполуки з неметалами. Галогеніди. Оксогалогеніди. Галогенокомплекси. Халькогеніди. Порівняння властивостей елементів підгрупи титану й їх сполук з властивостями елементів підгрупи вуглецю.

РОЗДІЛ 19

ЕЛЕМЕНТИ ТРЕТЬОЇ ГРУПИ

6.19.1. Загальна характеристика. Будова атомів. Валентність і ступені окислення. Підгрупа бору. Характеристика елементів. Зміна в підгрупі атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Зміна металічного та неметалічного характеру. Особливості бору. Фізичні та хімічні властивості бору. Відношення до кисню, води, кислот і лугів. Добування і застосування. Водневі сполуки. Борани. Особливості хімічних зв'язків. Стійкість і реакційна здатність боранів. Гідридоборати. Оксид бору та його похідні. Особливості будови оксиду. Властивості. Відношення до води, лугів. Орто-, мета-та поліборатні кислоти. Склад і будова. Орто-, мета-, поліборати. Тетраборат натрію. Галогеніди бору. Реакції приєднання. Тетрафтороборатна кислота. Фтороборати. Нітрид бору. Поліморфні модифікації. Властивості. Боразол. Бориди.

6.19.2. Фізичні та хімічні властивості металів підгрупи бору. Хімічна активність. Відношення до кисню, води, кислот і лугів. Знаходження в природі. Добування і застосування. Особливості будови. Оксиди. Стійкість оксидів, оксид алюмінію. Гідроксиди. Кислотно-основні властивості. Відношення до кислот та лугів. Гідроксид алюмінію. Солі. Солі алюмінію в аніонній та катіонній формах. Комплексні сполуки. Подвійні солі. Порівняльна характеристика солей. Сполуки з неметалами та металами.

6.19.3. Підгрупа скандію. Характеристика елементів. Зміна атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Родини лантанодів та актиноідів. Рідкісноземельні елементи. Підродина церію та ітрію. Фізичні та хімічні властивості простих речовин. Зміна хімічної активності. Відношення до кисню, води, кислот. Знаходження в природі,

добування та застосування. Оксиди та гідроксиди. Зміна кислотно-основних та окисно-відновних властивостей гідроксидів. Солі. Комплексні сполуки. Сполуки з неметалами та металами. Порівняльна характеристика елементів головної й побічної підгруп та їх сполук.

6.19.4. Родина лантаноїдів. Характеристика елементів. Місце в періодичній системі. Зміна атомних та іонізаційних радіусів, іонізаційних потенціалів у родині. Фізичні та хімічні властивості простих речовин. Відношення до кисню, води, кислот. Добування й розділення. Найважливіші сполуки. Оксиди. Гідроксиди, зміна їх кислотно-основних властивостей у родині. Солі. Сполуки з неметалами та металами. Застосування лантаноїдів та їх сполук.

6.19.5. Родина актиноїдів. Характеристика елементів. Місце в періодичній системі. Зміна атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів в родині. Фізичні та хімічні властивості простих речовин. Відношення до кисню, води, кислот. Добування і розділення. Найважливіші сполуки. Сполуки актиноїдів (+3). Сполуки торію (+4) та урану (+4). Сполуки урану (+6): оксид, гідроксиди, галоген іди, уранати, солі діоксоурану. Сполуки нептунію і плутонію. Радіоактивність актиноїдів. Типи реакцій радіоактивного розпаду. Синтез трансуранових та трансактиноїдних елементів. Порівняння властивостей сполук лантаноїдів та актиноїдів.

РОЗДІЛ 20

ЕЛЕМЕНТИ ДРУГОЇ ГРУПИ

6.20.1. Підгрупа берилію. Характеристика елементів. Зміна в підгрупі атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Здатність до утворення сполук катіонної форми і до комплексоутворення. Особливості берилію. Лужно-земельні метали. Фізичні та хімічні властивості металів. Відношення до неметалів, води, кислот. Відношення берилію до лугів. Добування і застосування. Гідриди. Особливості структури гідридів. Властивості. Принципи добування. Кисневі сполуки. Оксиди, пероксиди, їх структура і стійкість. Відношення до кислот, основ, лугів. Гідроксиди. Кислотно-основні властивості. Амфотерність гідроксиду берилію.

6.20.2. Принципи добування гідроксидів. Солі. Кристалогідрати. Солі берилію в катіонній та аніонній формах. Комплексні сполуки. Гідроліз солей берилію та магнію. Галогеніди, нітрати, сульфати, карбонати. Твердість води та методи її усунення. Токсичність сполук берилію і барію.

6.20.3. Підгрупа цинку. Характеристика елементів. Зміна атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Схильність до комплексоутворення. Фізичні і хімічні властивості простих речовин. Відношення до кисню, води, кислот і лугів. Амальгами. Знаходження в природі, добування і застосування. Оксиди і гідроксиди. Властивості. Відношення до води, кислот і лугів. Принципи добування.

6.20.4. Солі. Кристал огідрати. Халькогеніди кадмію як важливі напівпровідники: сульфід та телурид кадмію, способи добування монокристалів, їх властивості та застосування. Солі цинку в катіонній та аніонній формах. Солі ртуті (+1). Каломель. Гідроліз солей. Комплексні сполуки. Токсичність ртуті та сполук кадмію та ртуті. Порівняльна характеристика головної й побічної підгруп.

РОЗДІЛ 21

ЕЛЕМЕНТИ ПЕРШОЇ ГРУПИ

6.21.1. Загальна характеристика. Будова атомів. Валентність і ступені окислення. Підгрупа лужних металів. Характеристика елементів. Зміна в підгрупі атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Особливості літію. Фізичні та хімічні властивості металів. Відношення до неметалів, води, кислот. Поширення в природі. Добування й застосування. Гідриди. Структура. Властивості. Принцип добування. Кисневі сполуки: оксиди, пероксиди, над пероксиди, озон іди. Будова. Порівняльна стійкість. Відношення до води. Властивості.

6.21.2. Гідроксиди. Властивості. Зміна сили основ. Принципи добування. Каустична сода. Солі. Можливість утворення кристалогідратів і комплексів. Властивості. Галогеніди, халькогеніди, нітриди, нітрати, сульфати, карбонати. Сода кальцинована, кристалічна, питна. Методи добування соди. Поташ. Калійні добрива. Глауберова сіль. Застосування солей.

6.21.3. Підгрупа міді. Характеристика елементів. Зміна атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Здатність до утворення катіонної та аніонної форм, комплексоутворення. Фізичні й хімічні властивості металів. Відношення до кисню, кислот і лугів. Принципи добування, гідроксиди. Кислотно-основні властивості. Відношення до води, кислот, лугів. Принципи добування.

6.21.4. Солі. Кристалогідрати. Солі в катіонній та аніонній формах. Властивості. Бактерицидна дія іонів срібла. Галогеніди, нітрати, сульфати, карбонати. Світлочутливість галогенідів срібла. Комплексні сполуки. Галогено-, ціано-, аміно-, аквакомплекси. Тетрахлорауратна кислота та її солі. Порівняльна характеристика елементів головної та побічної підгруп.

РОЗДІЛ 22

ЕЛЕМЕНТИ ВОСЬМОЇ ГРУПИ

6.22.1. Загальна характеристика. Будова атомів. Можливі валентності та ступені окислення. Підгрупа інертних елементів. Характеристика елементів. Зміна в підгрупі атомних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Причини хімічної інертності. Особливості гелію і неону. Фізичні властивості інертних газів. Характер міжатомної взаємодії. Зміна температур топлення і кипіння. Поширення в природі. Методи виділення та

розділення. Застосування. Хімічні властивості. Фториди ксенону, криптону, радону. Принципи їх добування. Гідроліз. Кисневмісні сполуки ксенону. Ксенонатні кислоти. Ксенонати і перксенонати. Добування і властивості. Клатратні сполуки аргону і його аналогів.

6.22.2. Родина фероїдів. Характеристика елементів. Зміна атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Здатність елементів до утворення катіонної та аніонної форм, комплексоутворення. Фізичні й хімічні властивості металів. Феромагнетики. Поліморфні модифікації. Відношення до кисню, води, кислот, лугів. Пірофорні властивості. Стійкість до корозії. Оксиди. Властивості. Відношення до води, кислот, лугів. Принципи добування. Гідроксиди. Кислотно-основні та окисно-відновні властивості. Відношення до води, кислот, лугів. Принципи добування.

6.22.3. Солі. Кристалогідрати. Подвійні солі. Основні солі. Солі в катіонній та аніонній формах. Властивості солей. Стійкість. Гідроліз. Окисні властивості. Ферити. Ферати. Принципи добування. Комплексні сполуки. Відносна стійкість простих і комплексних солей. Аква-, аміно-, гідроксо-, ціано-, тіоціанокомплекси. Карбоніли. Багатоядерні комплекси. Поширеність у природі. Методи добування. Сплави: чавуни, сталі. Застосування.

22.4. Родина платиноїдів. Характеристика елементів. Зміна атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Здатність елементів до утворення катіонної та аніонної форм комплексоутворення. Фізичні й хімічні властивості металів. Хімічна активність за звичайних умов і при нагріванні. Місце в ряді напруг. Відношення до кисню, води, кислот, лугів, царської води. Виділення, розділення і афінаж платиноїдів. Оксиди і гідроксиди. Особливості діади рутеній-осмії. Солі: рутенати й осмати. Тетраоксиди рутенію та осмію. Сполуки з неметалами. Комплексні сполуки. Катіонні, аніонні та нейтральні комплекси. Гексахлорплатинова кислота та її солі. Порівняння властивостей платиноїдів з властивостями фероїдів.

ЛІТЕРАТУРА

1. О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер та інші. Загальна та неорганічна хімія. Підруч. для студ. вищ. навч. закладів. Ч. 1 – К.: Пед. преса, 2002. – С. 520.
2. О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер та інші. Загальна та неорганічна хімія. Підруч. для студ. вищ. навч. закладів. Ч. 2 – К.: Пед. преса, 2000. – С. 784.
3. Д. Шрайвер, П. Эткінс. Неорганическая химия. В 2-х т – М: Мир, 2004.
4. Н.С.Ахметов. Общая и неорганическая химия.– М.: Высш.шк., 2001.–С.743.
5. М.Х. Карапетьянц, С.И. Дракин. Общая и неорганическая химия. – М.: Химия, 1981.– С. 632.
6. О.О.Андрійко. Неорганічна хімія біогенних елементів. Навчальний посібник. К.: “Політехніка”, 2012. – С. 200.
7. Берсукер И.Б. Строение и свойства координационных соединений. - Л.: Химия, 1976.
8. Драго Р. Физические методы з неорганической химии. - М. : Мир, 1967.

ГЛАВА 7. Технологія полімерних і композиційних матеріалів

РОЗДІЛ 1

ТЕХНОЛОГІЯ ПЛАСТМАС

Основні напрямки розвитку виробництва пластмас. Особливості використання пластичних мас в різних галузях народного господарства України. Полімери як фактор стабільності економіки і розвитку промисловості. Фізико-хімія полімерів. Розчини і розплави полімерів. Методи оцінки в'язкісних властивостей розчинів і розплавів полімерів. Прилади для оцінки в'язкісних характеристик. Кінематична та динамічна в'язкості розчинів.

Молекулярні характеристики полімерів. Рівняння МКХ /Марка-Куна-Хаувінка/ Молекулярно-масовий розподіл та засоби його визначення.

Реологія розплавів полімерів. Основні уявлення про течію полімерів. Класифікація неньютоновських рідин. Псевдопластичні і дилатантні рідини. Тиксотропні та реопексні рідини. Поняття про приведені ефективну в'язкість. Засоби вимірювання в'язкості. В'язкометри. Класифікація, принцип дії. Засоби обробки в'язкометричних даних. Вплив температури і тиску на в'язкість полімерів. Реологічні криві залежності напруги зсуву і ефективної в'язкості від швидкості зсуву. Пластичні маси на основі полімерів, одержуваних по реакціях полімеризації.

7.1.1. Технологія виготовлення, властивості і застосування поліолефінів

Виробництво поліетилену низької щільності у масі при високому тиску. Виробництво поліетилену високої щільності у розчині при середньому тиску. Виробництво поліетилену високої щільності у розчині при низькому тиску. Виробництво поліпропілену у розчині при низькому тиску. Властивості та застосування поліетилену. Виробництво, властивості та застосування сополімерів етилену - СЕВ, СЕП.

7.1.2. Технологія виробництва, властивості та застосування полістирольних пластичних мас.

Полістирол загального призначення. Удароміцний полістирол, виготовлення у масі. Виробництво сополімерів у суспензії. Виробництво полістиролу для вспінювання блочно-суспензійним засобом. Удароміцний полістирол виготовлений блочно-суспензійним засобом. Виробництво полістиролу у емульсії. Виробництво АБС-сополімерів у емульсії та застосування пінополістиролу. Властивості і застосування удароміцного полістиролу і АБС-сополімерів.

7.1.3. Технологія виробництва, властивості та застосування пластичних мас на основі хлорированих ненасичених вуглеводів.

Одержання полівінілхлориду у масі, суспензії та емульсії. Виготовлення жорсткого полівінілхлориду. Виробництво м'якого полівінілхлориду. Пластикати і вінілпласти. Властивості та застосування жорсткого і м'якого полівінілхлориду, хлорованого ПВХ, пінополівінілхлориду. Властивості та використання сополімерів вінілхлориду.

7.1.4. Технологія, виробництво, властивості та використання полімерів на основі фторированих ненасичених вуглеводів.

Одержання політетрафторетилену і сополімерів тетрафторетилену у суспензії та емульсії. Виготовлення політетрафторхлоретилену і сополімерів трифторхлоретилену у суспензії. Виробництво полівінілфториду і сополімерів вінілфториду у емульсії. Виробництво вініліденфториду і сополімерів вініліден-фториду у суспензії. Властивості та використання політетрафторхлоретилену і сополімерів трифторхлоретилену, полівініліденфториду і сополімерів трифторхлоретилену, вініліденфториду.

7.1.5. Технологія виробництва, властивості і застосування полівінілацетатних пластичних мас.

Виготовлення полівінілацетату у розчині, емульсії та суспензії. Виробництво полівінілового спирту, полівінілацеталей. Властивості та застосування полівінілацетату і сополімерів вінілацетату, полівінілового спирту і полівінілацеталей.

7.1.6. Технологія виготовлення, властивості і застосування полімерів, сополімерів на основі акрилової та ме І акрилової кислот та їх похідних.

Вихідні речовини для виготовлення поліакрилату і метакрилату. Виготовлення листового поліметилметакрилату у масі, суспензії. Властивості та застосування поліметилметакрилату і сополімерів метакрилату, інших полімерів ефірів акрилової і метакрилової кислот, поліакриламід

7.1.7. Технологія виробництва, властивості і застосування полівінілпіролідону.

Виготовлення, властивості і застосування півінілпіролідону і сополімерів вінілпіролідону.

7.1.8. Технологія виробництва, властивості і застосування простих поліефірів.

Вихідні продукти для виробництва простих поліефірів. Виробництво поліметіленоксиду і сополімерів формальдегіду. Виробництво поліетилен- і пропіленоксиду. Виготовлення полі- 3,3-біс /хлорметіл/ оксациклобутану, полі-2,6- диметілфеніленоксиду. Властивості і застосування поліметіленоксиду та поліпропіленоксиду, полі-3,3-біс /хлорметіл/ оксациклобутану, полі-2,6-діметідфенілоксиду.

ПЛАСТИЧНІ МАСИ НА ОСНОВІ ПОЛІМЕРІВ, ОДЕРЖАНИХ ПО РЕАКЦІЯХ ПОЛІ КОНДЕНСАЦІЇ

7.1.9. Технологія виготовлення, властивості і застосування амідальдегідних смол і пластичних мас ка їх основі.

Вихідні продукти для виготовлення амідальдегідних смол. Особливості взаємодії мочевины з формальдегідом. Побудова і твердіння амідформальдегідних смол. Виробництво олігомерних мочевиноформальдегідних смол. Виробництво порошкоподібних прес-матеріалів на основі мочевино- і меламіноформальдегідних смол. Виробництво шаруватих пластиків на основі мочевино- меламіноформальдегідних смол та листових наповнювачів.

Виготовлення мочевино-формальдегідних пінопластів. Властивості та застосування аміноформальдегідних смол, прес-порошків, шаруватих пластиків і мочевино-формальдегідного пінопласту.

7.1.10. Технологія виробництва, властивості і застосування фенолальдегідних смол і пластичних мас на їх основі.

Вихідні продукти для виготовлення формальдегідних смол. Особливості взаємодії фенолу з альдегідами. Побудова твердіння фенолальдегідних смол. Одержання новолачних і резольних смол, періодичним засобом. Виробництво прес-порошків безперервним засобом, з волокнистим, листовим наповнювачами, виробництво газонаповнених фенопластів. Властивості і застосування прес-порошків.

7.1.11. Технологія виробництва, властивості і застосування складних поліефірів.

Вихідні продукти для виготовлення складних поліефірів. Виробництво складних поліефірів. Виробництво поліетилентерефталату /ПЕТФ/. Виробництво полікарбонату, поліарилату, полібутилентерефталату. Властивості та застосування ПЕТФ, ПБТФ, полікарбонату, поліарилату, полісульфону. Нові складні поліефіри.

7.1.12. Технологія виробництва, властивості і застосування епоксидних смол.

Вихідні продукти і хімічні реакції одержання епоксидних смол. Особливості одержання і твердіння епоксидних смол. Виробництво епоксидіанових смол.

7.1.13. Технологія виробництва, властивості і застосування поліамідів. Вихідні продукти для одержання поліамідів. Виробництво полікапроаміду, полігексаметіленадіпаміду. Виробництво інших аліфатичних поліамідів, поліфеніленізофталаміду. Властивості та застосування поліамідів.

7.1.14. Технологія виробництва, властивості і застосування поліамідів.

Виробництво поліпірометаміду, поліімідоамідів, поліімідоефірів. Властивості та застосування поліамідів.

7.1.15. Технологія виробництва, властивості та застосування поліуретанів. Вихідні продукти для виготовлення поліуретанів. Особливості одержання і твердіння поліуретанів. Властивості і застосування поліуретанів, пінополіуретанів.

7.1.16. Технологія виробництва, властивості і застосування кремній-органічних сполук /полімерів/.

Вихідні продукти для одержання кремнійорганічних полімерів. Особливості одержання і твердіння кремнійорганічних сполук. Виробництво властивості і застосування поліорганосилоксантів з розгалуженими та циклолінійними ланцюгами молекул.

ПЛАСТМАСИ НА ОСНОВІ ХІМІЧНИХ МОДИФІКОВАНИХ ПРИРОДНИХ ПОЛІМЕРІВ / НА ПРИКЛАДІ ЦЕЛЮЛОЗИ/

7.1.17. Технологія виробництва, властивості та застосування простих та складних ефірів целюлози.

Целюлоза як сировина для виробництва простих і складних ефірів. Виробництво простих ефірів целюлози, ацетатів целюлози, змішаних ефірів, нітрату целюлози - колоксиліну. Властивості та застосування целулоїду, етролів целюлози.

ЕЛАСТОМЕРИ

7.1.18 Технологія виробництва, властивості та застосування еластомерів.

Вихідні продукти для одержання синтетичних каучуків. Дивінілові каучуки. Хлоропренові каучуки, одержання, властивості та застосування. Диві-нілстірольні каучуки. Дивінілнітрильні каучуки. Бутіл- та хлоропренові каучуки. Наповнювачі полімерних матеріалів органічного та мінерального походження. Мінеральні наповнювачі. Гідрофобізація. Асбестоволокно. Каолін, вапно, аеросил, кероген. Пластифікатори. Вплив пластифікатора на механічні властивості полімерів. Антипластифікація. Стабілізатори. Термооксидційна та механохімічна деструкція. Змінювання молекулярної маси під впливом температурних факторів у статичних та динамічних умовах. Вулканизація каучуків. Коефіцієнт вулканізації. Наповнювачі гумових сумішей. Прискорювачі та активатори вулканізації. Газоутворювачі гумових сумішей. Складання гумових сумішей. Пом'якшувачі, антистарітелі/антиоксиданти/ каучуків. Складові гумових сумішей. Наповнювачі, прискорювачі, барвники. Композиційні матеріали на основі термопластичних полімерів. Композиційні матеріали на основі терморективних матеріалів. Ткані композиційні конструкційні матеріали. Особливості одержання, властивості та застосування.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБКИ ПЛАСТИЧНИХ МАС

7.2.1. Виробництво виробів з пластичних мас

Класифікація методів отримання виробів. Загальна схема переробки пластичних мас. Перспективи розвитку науки про переробку пластичних мас.

Пластичні маси як багатокомпонентні системи. Полімери, що використовуються для отримання пластмас. Суміші полімерів в якості компонентів полімерної композиції. Принципи вибору полімерів при виготовленні виробів.

Полімерні компоненти композицій. Пластифікатори. Наповнювачі. Стабілізатори. Агенти, що зшивають.

7.2.2. Експлуатаційні властивості виробів з пластмас Міцність. Вплив технологічних чинників на міцність пластмас. Деформуємість полімерного матеріалу. Стабільність геометричної форми виробів в процесі експлуатації. Електричні властивості полімерних матеріалів. Електропровідність.

Діелектричні властивості пластмас. Тертя й зносостійкість пластмас. Природа тертя пластмас. Вплив температури і швидкості переміщення на тертя пластмас. Газопроникність. Вплив будівлі полімерів на газопроникність пластмас. Санітарно-гігієнічні характеристики.

7.2.3. Підготовка полімерної композиції до переробки Змішування. Структурна і механічна неоднорідність суміші. Суміші полімерів. Сушіння. Ролзчинення як один з прийомів переробки пластмас.

Подрібнення. Класифікація методів подрібнення пластмас. Оцінка технологічних властивостей пластмас.

7.2.4. Методи формування виробів з пластмас

ЕКСТРУЗІЯ/безперервне профільне видавлювання

Сутність процесу екструзії термопластів. Робота екструзійного агрегату. Живлення екструдера матеріалом. Пластикація матеріалу. Зони черв'яка. Голівка, що формує. Спрощена гідродинамічна теорія черв'ячної екструзії. Вигляди потоків. Рівняння течії. Продуктивність черв'яка. Зв'язок продуктивності з геометрією черв'яка і змінними параметрами режиму екструзії. Витрати через голівку. Вплив характеристик черв'яка і голівки на продуктивність екструдера. Вплив технологічних параметрів і реологічних параметрів і реологічних властивостей полімеру на якість виробів.

Особливості роботи екструдера в режимі пристінного сковзання. Особливості дискової екструзії, використання процесу екструзії для

отримання різноманітних профільних виробів. Отримання плівкових матеріалів. Екструзія через щілинну голівку. Виробництво орієнтованих плівок. Отримання двох- і багатошарових плівкових матеріалів.

Екструзія через кільцеву голівку з наступною роздувкою рукава. Ступінь витягування. Отримання листових матеріалів. Листовальна голівка. Калібровка листа. Соекструзія плівок, листів та ін. з різноманітних матеріалів.

Отримання труб. Трубна голівка. Калібровка труб. Характеристика труб. Формування порожнистих виробів. Нанесення кабельної ізоляції на екструзійній машині. Основні тенденції розвитку екструзійних методів переробки пластмас.

7.2.5. Лиття під тиском

Сутність процесу лиття під тиском термопластів. Цикл формування литтям під тиском і його основні стадії. Вимоги до пластмас, що переробляються литтям під тиском. Вплив параметрів процесу лиття під тиском на якість виробів. Оформлення виробу в формі. Літникова система. Охолодження виробу в формі. Обробка виробів, використання відходів.

Технологічні параметри режиму лиття під тиском. Вибір температурного режиму, зміна тиску під час циклу. Робоча діаграма циклу. Визначення оптимальних умов формування. Остаточні напруги, що виникають в виробі при литті; причини виникнення і можливості їх зменшення.

Переробка реактопластів литтям під тиском. Перспективні напрямки розвитку лиття і екструзії. Підвищення якості виробів за рахунок додатку магнітного поля, ультразвукових, вібраційних впливів і пр.

7.2.6. Пресування

Загальні поняття. Вимоги до пластмас, що переробляються пресуванням. Стадії пресування: дозування, таблетування, попередній підігрів, завантаження, замикання форми, підпресування, витягування, зняття виробу. Вплив основних технологічних параметрів на процес і якість виробів, Литтсьове пресування. Пресування шарових пластиків.

7.2.7. Вальцювання і каландрування

Загальні поняття. Основні процеси, що відбуваються в матеріалах при вальцюванні і каландруванні. Особливості роботи вальців і каландрів. Стадії процесів формування. Підготовка матеріалу. Вальцювання як основна підготовча операція.

Формування на каландрі. Каландровий ефект. Технологія виробництва листових і плівкових матеріалів на основі полівінілхлориду.

7.2.8. Ротаційне формування. Зпікання. Загальні поняття. Технологічні стадії процесу. Матеріали, що переробляються .

7.2.9. Формування плівок поливанням з розчину

Загальні поняття. Технологічні стадії. Очистка розчину. Формування плівок. Сушіння плівки.

2.2.10. Формування виробів з листових термопластичних матеріалів
Сутність процесу формування виробів з листових термопластів. Галузі застосування. Листові матеріали, що використовуються. Основні стадії процесу формування: обігрів, витягування листів, охолодження. Методи формування. Формування за рахунок механічних зусиль/штамбування/, пневмо - і вакуум формування. Штамування. Прийоми формування/за допомогою матриці і пуансона, еластичного пуансона, жорсткого пуансона, прижимною рамкою, з протяжним кільцем та ін./Пневмоформування /в негативну і позитивну форму, з застосуванням толкателя, вільне видування/.

Вакуумформування /вільне вакуумформування, негативне і позитивне; з попереднім витягуванням толкателем, стислим повітрям, ін./ . Комбіновані способи: механіко-пневмоформування, вакуумпневмоформування/. Здатність матеріалу до формування.

7.2.11. Формування виробів з фторопластів.

Властивості фторопластів. Методи переробки полімерів, що містять фтор. Галузі застосування полімерів, що містять фтор.

7.2.12. Переробка наповнених і високо наповнених матеріалів
Особливості формування наповнених матеріалів.

7.2.13. Формування виробів з армованих пластиків

Типи зв'язуючих, що застосовуються для отримання склопластиків і інших армованих пластиків. Вимоги, що подаються до них.

7.2.14. Отримання виробів з мономерів

Сутність методу, галузь його застосування. Приклади суміщення процесів синтезу і переробки в єдиному технологічному циклі. Отримання виробів з капролона/лужна полімерізація капролактаму в формі/, блочна полімерізація метилметакрилата.

7.2.15. Формування газонаповнених пластмас

Види газонаповнених матеріалів: пінопласти, фторопласти. їх властивості, застосування. Вспінюючі речовини. Основні особливості отримання газонаповнених матеріалів.

Методи формування. Вибір методу формування в залежності від конструкції виробу і природи пластмаси. Пресовий і безпресовий засоби формування. Безперервний спосіб формування. Формування литтям під тиском і екструзією. Формування виробів з інтегральних *пій*. Структурування пінопласту.

7.2.16. Збирання виробів

Зклеювання. Особливості зклеювання виробів з термо- і реактопластів. Основні типи клеїв і види клейових сполучень. Технологія зклеювання пластмас між собою і іншими матеріалами. Зварювання. Умови зварювання. Способи зварювання /газова, контактна, термоімпульсна, фрікційна, високочастотна, ультразвукова, інфракрасна і гамма-випромінюванням/.

7.2.17. Напилення пластмас і металізація виробів Призначення металізації, способи нанесення металічних покриттів.

7.2.18. Механічна обробка заготовок виробів з пластмас Особливості механічної обробки пластмас /різка, свердлення, нарізання різьби, токарна обробка, фрезувание, строгання і т.д.

7.2.19. Міроприємства з охорони навколишнього середовища при переробці пластмас

Загальні поняття. Очищення забрудненого повітря з допомогою каталітичних систем. Сорбційно-каталітичний метод. Зпалювання твердих відходів і використання тепла продуктів згорання. Повторна переробка відпрацьованих виробів. Вторинні полімери.

РОЗДІЛ 3

ТЕХНОЛОГІЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

7.3.1. Композиційні матеріали. Визначення. Класифікація. Історія створення. Області використання. Вимоги. Загальні відомості. Галузі застосування. Економічна ефективність використання композиційних матеріалів і виробів на їх основі. Перспективи зростання виробництва.

7.3.2. Наповнювачі, що застосовуються для виробництва полімерних матеріалів. Загальні вимоги. Сировинна база. Мінеральні і органічні наповнювачі, їх характеристики, області використання. Наповнювачі, що армують, їх отримання, властивості, області застосування /на основі скляних, вугільних, борних, синтетичних волокон, нитковидних кристалів/.

Вибір зв'язуючих для композиційних матеріалів. Вимоги. Отримання, властивості, умови консолідації, галузі застосування. Регулювання структури і властивостей зв'язуючих при отриманні композиційних матеріалів на їх основі.

7.3.3. Фізико-хімічні основи створення композиційних матеріалів. Поняття адгезії і адгезійної міцності. Термодинамічне тлумачення явищ адгезії. Визначення термодинамічної роботи адгезії. Поверхнева енергія і поверхневий натяг. Методи визначення. Змочування і розтікання адгезиву по поверхні субстрату, методи визначення. Сили молекулярної взаємодії на кордоні розділу полімер-наповнювач.

Формування адгезійного контакту. Вплив чистоти і морфології наповнювача, умові формування адгезійного сполучення: температура, тиск, час.

Адсорбція адгезиву на поверхні субстрату. Чинники, що впливають на адсорбцію полімерів. Основні відзнаки адсорбції полімерів від адсорбції низькомолекулярних речовин. Методи визначення. Роль адсорбції і адгезії полімерів до твердих поверхней.

Дифузійні процеси в полімер-полімерних системах. Дифузія поверхнева і об'ємна, одно - і двостороння, локальна, сегментальна. Чинники, що впливають на швидкість дифузійних процесів. Роль дифузії в формуванні адгезійного сполучення.

Методи визначення адгезійної міцності. Основні шляхи направленою регулювання міцності адгезійного сполучення.

Внутрішні напруження в виробах з композиційних матеріалів. Причини їх виникнення. Методи визначення. Фізико-хімічні методи зниження величини внутрішніх напружень

7.3.4. Конструювання композиційних пластиків. Методи створення оптимальної конструкції композиційного матеріалу. Прогнозування механічних властивостей композиційного матеріалу.

7.3.5. Методи отримання армованих пластиків. Формування виробів при низькому тиску. Контактний метод, його переваги, недоліки. Формування виробів з склопластиків шляхом пропитай під тиском і вакуумом. Формування склопластиків з заздалегідь отриманих заготовок. Методи отримання заготовок. Формування виробів методом наплення. Отримання і властивості склотек-столитів.

Виготовлення склопластиків і виробів на їх основі /СВАМ, АГ-4С/. їх переваги. Виробництво труб з склопластиків. Виробництво високоміцних профільних виробів. Безперервний метод отримання листових склопластиків.

7.3.6. Наповнені термопласти. Вимоги до зв'язуючих і наповнювачів. Механічне, активіційне, полімерізаційне наповнення. Стисла характеристика обладнання для виробництва наповнювачів. Машини для змішування наповнювачів і полімерів: змішувальні машини для перемішування рідких систем, твердих сипких матеріалів і в'язких пластмас.

7.3.7. Методи оцінки якості змішування наповнених термопластів: за коефіцієнтом однорідності і неоднорідності, за міцнісними показниками, по об'ємною часткою диспергуємої фази і питомої поверхні. Методи побудови кривої розподілу по розмірам часток наповнювача/ гранулометричний аналіз

3.8. Переробка наповнених термопластів. Реологічні і структурно-механічні

властивості. Технологічна схема установки для отримання гранул термопластів наповнених крейдою, тальком, каолином. Установка для підсилення термопластів на прикладі поліамиду і скляного волокна. Лиття під тиском склонаповнених термопластів. Особливості умов переробки. Властивості СНТП, області застосування. Знос обладнання при переробці наповнених пластмас. Види зносу. Чинники, що впливають на інтенсивність зносу. Вплив зносу робочих органів екструзійного обладнання на продуктивність і потужність. Шляхи зниження зносу обладнання.

7.3.9. Техніка безпеки і екологічні аспекти при отриманні і переробці композиційних матеріалів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кузнецов Е.Б., Прохорова І.П., Файзуліна Д.А. Альбом технологічних схем виробництва полімерів і пластичних мас на їх основі. М.:Хімія, 1976.-108с.
2. Лосєв І.П., Тростянська Є.Б. Хімія синтетичних полімерів. М.:Хімія.-615с.
3. Довідник з пластичних мас. М.:Хімія, 1975.-768 с.
4. Іванюков Д.І., Фрідман М.Л. Поліпропилен. М.:Хімія, 1974.-272 с.
5. Сирота А.Г. Модифікація структури і властивостей поліолефінів. Л.: Хімія, 1978.-176с.
6. Полістирол. Фізико-хімічні основи одержання та переробки. М.:Хімія,1975.-298с.
7. Биков А.С. Виробництво полівінілхлоридного лінолеуму. М.: Вища школа, 1973.-224с.
8. Мінскер І.С., Федосєєва Г.Т. Деструкція і стабілізація полівінілхлорида. М.:Хімія, 1972.-429с.
9. Штаркман Б.П. Пластифікація полівінілхлорида. М.Хімія, 1975.-248с.
10. Фторполімери. Пер. з англ./ Під ред. І.Л.Кнунянца, Б.А.Пономаренка. М. :Мир, 1975.-443с.
11. Дебський В. Поліметілметакрилат. Пер. з польської. М.: Хімія, 1972.-214 с.
12. Сидельніковська Ф.П. Хімія вінілхлорида та його сополімерів. М.: Хімія, 1969.-100с.
13. Еніколопян М.С., Вольфсон С.А. Хімія і технологія поліформальдегіда. М.:Хімія, 1969.-280с.
14. Мулін Ю.А., Ярцев І.К. Пентапласт. Л.:Хімія, 1975.-120 с.
15. БіришаЗ., БжезинськийЯ. Амінопласти. М.:Хімія, 1972.-344с.
16. Оробченко Є.В. Фуранові смоли. К..Техніка, 1963.-166с.
17. Оскадський А.А. Фізико-хімія поліарілатів. М.:Хімія,1968.-215 с.
- 14
18. Беніг Г.В. Ненасичені полієфіри. Будова і властивості. Пер. з англ. під ред. Сєдова Л.Н. М: Хімія, 1968.-256 с.
19. Коршак В.В., Виноградова С.В. Неурівноважена поліконденсація. М.: Хімія, 1972.-692с.
20. Смирнова О.Б., Єрофєєв С.В. Полікарбонат. М.:Хімія, 1978.-290 с.
21. Кардашов Д.А. Епоксидні клеї. М.:Хімія, 1973.-192 с.

22. Благонравова А.А., Непомнящий А.І. Лакові епоксидні смоли. М. :Хімія, 1970.-248с.
23. Коршак В.В., Фрунзе Т.М. Синтетичні гетероланцюгові поліаміди. М.: АН СРСР, 1962.-523с.
24. Коршак В.В. Термостійкі полімери. М.: Наука, 1969.-381.
25. Ніколаєв А.Ф. Технологія пластичних мас. Л.: Хімія, 1977.-367с.
26. Саундерс Дж.Х., Фріш К.К. Хімія поліуретанів. Пер. з англ. М.:Хімія, 1968.- 470с.
27. Андріанов К.А., Хананашвілі Л.М. Технологія елементоорганічних мономерів і полімерів. М.:Хімія, 1973.-400 с.
28. Гуль В.Є., Акутін М.С. Основи технології переробки пластичних мас. М.:Хімія, 1984.-266с.
29. Торнер Р. В. Теоретические основы переработки пластмасс. М.:Химия, 1978.
30. Бортников В. Г. Основы технологии переработки пластмасс.Л.: Химия,1983
31. А.Бернхардт Переработка термопластичных материалов. М.: Химия, 1965.
32. Техника переработки пластмасс. Под ред.Н.И.Басова, В.Броя. М: Химия, 1985г.
- 33.В.А.Пахаренко, В.Г.Звердин, Е.М. Кириенко, Наполненные термопласты, Под ред. Ю.С. Липатова, Киев: Техника, 1986г.
- 34.Справочник по композиционным материалам. 1 и 11 часть. Под ред. Дж. Любина, М,.: Машиностроение, 1988г. 35. Основы адгезии полимеров. А. А. Берлин, В.Е. Васин.М.: Химия, 1974.