

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

Хіміко-технологічного факультету

Протокол № 2 від 26 лютого 2018 р.

Голова вченої ради  І.М. Астрелін

м.п.

**ПРОГРАМА**

комплексного фахового випробування  
для вступу на програму підготовки магістра  
за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія

Програму рекомендовано кафедрами:

*Кафедра хімічної технології кераміки та скла*

Протокол № 7 від 20 лютого 2018 р.

Зав. кафедри  Б.Ю. Корнілович

*Кафедра технології електрохімічних виробництв*

Протокол № 6 від 25 січня 2018 р.

Зав. кафедри  О.В. Лінючева

*Кафедра хімічної технології композиційних матеріалів*

Протокол № 8 від 29 лютого 2018 р.

Зав. кафедри  В.А. Свідерський

*Кафедра технології неорганічних речовин, водоочищення  
та загальної хімічної технології*

Протокол № 8 від 21 лютого 2018 р.

В.о. зав. кафедри  Н.М. Толстопалова

*Кафедра органічної хімії та технології органічних речовин*

Протокол № 6 від 06 лютого 2018 р.

Зав. кафедри  А.А. Фокін

*Кафедра фізичної хімії*

Протокол № 6 від 05 лютого 2018 р.

Зав. кафедри  О.Е. Чигиринець

## ВСТУП

Програма призначена для організації підготовки вступників до комплексного фахового випробування для вступу на програму підготовки магістра за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія. До складу Програми ввійшли розділи з наступних дисциплін: «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення», «Хімічні технології органічних речовин», «Електрохімічні технології неорганічних та органічних матеріалів», «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів», «Хімічні технології неорганічних і органічних в'язучих матеріалів», «Хімічні технології переробки полімерних та композиційних матеріалів», «Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок».

Програма комплексного фахового випробування ґрунтується на програмах нормативної частини підготовки фахівців ОКР «бакалавр» за напрямом 6.051301 Хімічна технологія. До неї включені питання з дисциплін нормативного блоку програми професійної та практичної підготовки.

Комплексне фахове випробування проводиться тільки для тих вступників, напрям підготовки (бакалаврат) яких відповідає 6.051301 – «Хімічна технологія».

Головними задачами фахових випробувань є:

- вміння студентів критично розглядати і аналізувати існуючі і перспективні вітчизняні і зарубіжні технологічні схеми хімічних виробництв;
- вміння чітко виділяти завдання і обов'язки, що покладаються на фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» з хімічної технології та інженерії, а саме: здійснювати кваліфікований вибір раціонального (оптимального) режиму і оперативне його підтримання як в окремому хіміко-технологічному агрегаті, так і в технологічній лінії в цілому в хімічних виробництвах та виробництві суміжної продукції, при цьому, особливу увагу звертати на стан сировинної бази України.
- вміння аргументовано аналізувати позитивні сторони і недоліки технологічних процесів на основі науково-технічних маркетингових, менеджерських, екологічних і соціальних оцінок застосованих інженерних рішень з напрацюванням і реалізацією обґрунтованих пропозицій і рекомендацій в напрямку вдосконалення конкретних виробничих професій за фахом.

До складання комплексного фахового випробування можуть бути допущені особи, які одержали вищу освіту (ОКР «бакалавр») та подали заяви на участь у конкурсі на здобуття наступного освітньо-кваліфікаційного рівня.

Комплексне фахове випробування проводиться за графіком, який затверджує Приймальна комісія КПІ ім. Ігоря Сікорського. Тривалість випробування – 180 хвилин. Перерви під час проведення випробування не допускаються. Випробування проводиться у письмовій формі і перевіряється анонімно. До екзаменаційних білетів включено по три питання із фахових дисциплін, які охоплюють різнопланові теоретичні і практичні питання.

## ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

### Розділ 1. Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення

#### *Тема 1.1 Хімічна технологія сірки та сірковмісних сполук*

Фізико-хімічні властивості сульфатної кислоти та оксидів сірки. Валентно-структурна формула сульфатної кислоти. Хімічна активність її, фізико-хімічні властивості, теплоти розбавлення і змішування та їх розрахунок. Сорту сульфатної кислоти. Хімічні і фізико-хімічні властивості  $\text{SO}_2$  і  $\text{SO}_3$ . Оксиди сірки як окиснювачі і відновники. Одержання чистих  $\text{SO}_2$  і  $\text{SO}_3$  та їх застосування. Фізико-хімічні властивості кристалічних енантіотропних модифікацій елементарної сірки. Полімерна сірка. Проміжні алотропні форми сірки.

Природня сірковмісна сировина. Характеристика як природної сировини для одержання сульфатної кислоти. Відповідні технології переробки. Склад випального газу. Кількість і склад недогарків. Теоретичні засади процесів в киплячому шарі (КШ). Конструкції печей КШ і схема пічного відділення відповідних цехів. Обладнання для відбору і транспортування недогарку. Утилізація колчеданного недогарку. Печі для спалювання сірки. Підготовка сірки до спалювання.

Очищення промислових газів від пилу, туману, домішків. Механічне, електричне очищення, режими, обладнання. Схеми і режими спеціального очищення промислових газів. Очищення випального газу без утворення туману.

Фізико-хімічні засади контактного окиснення оксиду сірки (IV). Становлення контактної методу. Статика і динаміка окиснення  $\text{SO}_2$ . Принципи розрахунків з кінетики окиснення оксиду сірки (IV). Каталізатори окиснення  $\text{SO}_2$ . Характеристика ванадієвих каталізаторів. Теоретичні засади їх дії. Отруєння каталізаторів. Кінетика контактної окиснення  $\text{SO}_2$ . Визначення кількості контактної маси. Оптимальні економічні умови окиснення  $\text{SO}_2$ . Окиснення  $\text{SO}_2$  в киплячому шарі каталізатора. Відображення процесу окиснення  $\text{SO}_2$  на діаграмі х-Т при умові двошарового розміщення каталізатора. Конструкції контактних апаратів. Контактне відділення сульфатноокислотного цеху.

Фізико-хімічні основи процесу абсорбції  $\text{SO}_3$ . Теоретичні основи процесу абсорбції цільового інгредієнту газової суміші. Фізико-хімічні засади визначення оптимальних умов абсорбції  $\text{SO}_3$  з "контактного" газу. Розрахункові обґрунтування абсорбції  $\text{SO}_3$ . Використання над сульфатних кислот при одержанні продукційної сульфатної кислоти. Обґрунтування технологічної схеми абсорбційного відділення. Конструкції основної апаратури абсорбційного відділення. Новітні розробки в напрямку удосконалення процесу абсорбції газів. Автоматизація абсорбційного відділення.

Одержання покращених і спеціальних сортів сульфатної кислоти. Галузі промисловості, що вимагають застосування покращених сортів сульфатної кислоти. Обґрунтування схем одержання 65%-го олеуму, реактивної сульфатної кислоти, акумуляторної сульфатної кислоти, 100%-го  $\text{SO}_3$ . Теоретичні засади процесу  $\text{CO}$ . Розрахункові обґрунтування процесу  $\text{CO}$ .

Енергозбереження у виробництві сульфатної кислоти. Теплові процеси при виробництві сульфатної кислоти. Баланс енергії. Методи і обладнання для утилізації і перетворення енергії екзотермічних процесів у виробництві сульфатної кислоти. Новітні розробки з забезпечення екологічної чистоти сульфатноокислотних виробництв. Нітрозна сульфатна кислота. Фізико-хімічні основи нітрозного процесу. Технологічна схема, режим і апаратура баштових систем. Недоліки сучасних схем.

### **Тема 1.2. Хімічна технологія зв'язаного азоту**

Азот та його значення в природі та народному господарстві. Сполуки азоту. Кругообіг азоту в природі. Методи фіксації азоту. Розвиток азотної промисловості в Україні та її перспективи.

Цикли охолодження повітря. Технологія глибокого охолодження повітря. Холодильні цикли Лінде та Капіці. Термодинамічні діаграми. Визначення холодопродуктивності. Технологія розділення повітря. Основи розділення повітря. Колони ректифікації повітря. Технологічна схема розділення повітря. Промислові установки розділення повітря.

Конверсія природного газу парою. Методи конверсії природного газу. Технологія конверсії природного газу парою. Термодинаміка. Каталізатори. Кінетика. Вибір параметрів.

Конверсія метану киснем. Технологія конверсії метану киснем. Термодинаміка. Каталізатори. Кінетика. Вибір параметрів.

Конверсія оксиду вуглецю(II) парою. Фізико-хімічні основи конверсії оксиду вуглецю(II) парою. Термодинаміка. Каталізатори. Кінетика. Вибір параметрів. Моноетаноламінове очищення газу від оксиду вуглецю(IV).

Схеми конверсії метану. Технологічна схема двоступеневої конверсії метану. Апаратурне оформлення схеми. Технологічні схеми одноступеневої конверсії метану. Апаратурне оформлення схем. Технологія та технологічна схема високотемпературної конверсії метану та термоокислювального піролізу метану. Властивості аміаку. Термодинаміка синтезу. Каталізатори синтезу. Кінетика синтезу. Виділення аміаку із синтезу газу. Колони синтезу. Типи колон. Конструкції колон полочного типу. Організація температурного режиму в колоні синтезу.

Схеми синтезу аміаку. Принципова схема синтезу аміаку під середнім тиском. Обладнання схем. Основні техніко-економічні показники. Окислення оксиду азоту(II). Механізм окислення. Рівновага. Кінетика. Вибір оптимальних параметрів окислення. Абсорбція оксидів азоту водою. Рівновага. Кінетика. Вибір оптимальних параметрів абсорбції оксидів азоту водою. Конструкції абсорбційної колони. Очищення нітрозного газу. Методи очистки нітрозного газу. Технологія високотемпературної і селективної очистки.

Схеми виробництва нітратної кислоти. Класифікація схем. основи концентрування нітратної кислоти. Технологічна схема концентрування нітратної кислоти за допомогою сульфатної кислоти. Синтез концентрованої нітратної кислоти. Прямий синтез концентрованої нітратної кислоти: основи виробництва, апаратурне оформлення, схема.

### **Тема 1.3. Технології водоочищення**

Класифікація вод, домішок та забруднювачів води за їх фазово-дисперсним станом. Проблема загального раціонального використання водних ресурсів. Оборотні системи водопостачання. Класифікація джерел та водоймищ природної води. Вимоги до води різного призначення. Природні та стічні води – багатокомпонентні гетерогенні системи. Фізичні, хімічні, біологічні (бактеріологічні) показники якості води. Значення класифікації, розробленої Л. А. Кульським, для вибору альтернативних методів видалення з води домішок.

Безреагентні методи обробки води, сфера їх застосування. Первинне очищення води. Проціджування крізь решітки й сітки. Теоретичні основи процесу відстоювання домішок. Обладнання механічних методів підготовки води. Конструкції та принцип дії пісковловлювачів, нафтомасловловлювачів, циклонів, центрифуг, відстійників. Класифікація фільтрів Стадії фільтроциклу. Вимоги до зернистого завантаження

фільтрів. Типові схеми напірної флотації: прямоотечійні, частково прямоотечійні, рециркуляційні.

Суть методу коагуляційної обробки води та сфера його застосування. Фізико-хімічні основи процесу коагулювання домішок води. Кінетична й агрегативна стійкість колоїдних систем. Стадії утворення та будова міцели, подвійний електричний шар. Коагулянти, що використовують для обробки води, і вимоги до них. Доза коагулянту та її вибір. Флокулянти, що використовують у процесах очищення води. Елементи схем очищення води за допомогою коагуляції та флокуляції: основне та допоміжне обладнання.

Суть окиснювальних методів знезараження води й сфера їх застосування. Хлорування води: дія сполук хлору на бактерії та мікроорганізми, мінеральні й органічні домішки води. Показники хлорування води, доза хлору, способи його знаходження. Хлоровмісні реагенти, що використовують у процесах знезараження води. Озонування води: переваги та недоліки методу знезараження води за допомогою озону. Основне апаратне обладнання відділення знезараження води реагентним методом. Фізико-хімічні методи знезараження води.

Видалення з води домішок за допомогою твердих сорбентів. Суть фізичної адсорбції, сфера застосування методу. Динаміка процесу адсорбції: модель Шилова, вихідні криві процесу сорбції. Сорбенти, що використовують у процесах водопідготовки. Методи регенерації сорбентів. Типи схем та обладнання адсорбційної очистки води.

Біохімічне очищення води. Суть і сфера застосування біохімічних методів очищення води. Способи біохімічного очищення. Характеристики активного мулу та біоплівки. Біологічне споживання кисню (БСК). Вимоги до води, яка проходить біохімічну обробку. Природні та штучні споруди біохімічного очищення. Основні складові принципів технологічної схеми біохімічного очищення води.

Методи пом'якшення та знесолення води. Суть і сфера застосування термічних методів. Апаратне оснащення відділень реагентної обробки води. Марки іонітів, їх будова та властивості. Хімізм і рівновага реакцій іонного обміну. Динаміка процесу іонного обміну. Типові схеми пом'якшення та знесолення води за допомогою методу іонного обміну. Сутність та сфера застосування інших методів очищення води: дистиляція, зворотний осмос, електродіаліз.

## **Розділ 2. Електрохімічні технології неорганічних та органічних матеріалів**

### ***Тема 2.1. Електроліз іонних розплавів***

Фізико-хімічні властивості іонних розплавів як високотемпературних електролітів. Принципові відмінності іонних розплавів від водних розчинів електролітів. Класифікація іонних розплавів по температурі плавлення та по типу аніонів. Електроди порівняння для вимірювання електродних потенціалів в іонних розплавах. Конструкційні та електродні матеріали для високотемпературної електрохімії.

Електролітичне одержання лужних та лужноземельних металів. Електролітичне одержання натрію та сплавів натрію із свинцем. Одержання натрію електролізом розплавленого хлориду натрію. Електролітичне одержання металічного літію, калію та їх сплавів. Електрохімічне одержання магнію.

Електролітичне одержання алюмінію та тугоплавких металів. Електролітичне одержання алюмінію. Природа анодного ефекту. Його вплив на параметри технологічного процесу. Засоби усунення анодного ефекту.

Електрохімічне формування металічних та неметалічних покриттів в іонних розплавах. Гальванічні покриття в іонних розплавах. Особливості катодного осадження металів при електролізі розплавлених солей. Нанесення алюмінієвих покриттів.

Безперервне нанесення покриттів з олова на сталеві листи. Конструкція ванни та склад електроліту. Режим електролізу. Електрохімічне цинкування з іонних розплавів, його переваги перед цинкуванням з водних розчинів електролітів. Технологія осадження вольфрамових покриттів. Склад та властивості електролітів.

Анодне окислювання поверхні алюмінію, титану, ніобію, танталу. Сульфидування поверхні металічних виробів у високотемпературних електролітах. Технологічний процес та устаткування для одержання карбіду вольфраму. Іонні розплави як середовище для проведення процесів очистки поверхні металевих виробів від металургійного пригару, окалини, ливарної кераміки, органічних покриттів. Аномальні явища в електрохімії іонних розплавів. Катодне розчинення металів в кисеньвмісних розплавах.

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

### ***Тема 2.2. Хімічні джерела струму***

Визначення ХДС, їх класифікація. Принципова побудова ХДС та їх електричні характеристики. Хімічні реакції, які мають місце при розряді ХДС. Електрорушійна сила, напруга розімкненого кола. Напруга при розряді та заряді. Види поляризації, пасивність електродів, вольт-амперні характеристики. Ємність, вплив на неї різних факторів. Коефіцієнти використання активних мас, струму енергії, потужності. Питомі характеристики ХДС.

Первинні ХДС (ХДС 1 роду). Класифікація первинних ХДС. Сухі марганець-цинкові (МЦ) елементи та батареї. Механізми струмоутворюючих процесів у слабо кислому та лужному середовищах на позитивному та негативному електродах. Повітряно-цинкові (ПЦ) та повітряно-марганець-цинкові (ПМЦ) елементи. Конструкційні та експлуатаційні особливості. Розрядні характеристики, струмоутворюючі реакції. Окисно - ртутні (РЦ) первинні ХДС. Первинні ХДС з магнієвими анодами та з літєвими анодами. Особливості роботи магнієвих анодів. Експлуатація, характеристики, конструкції ХДС з магнієвими анодами; переваги та недоліки у порівнянні з ХДС з цинковими анодами. Особливості фізико-хімічних властивостей літію і роботи літєвих анодів. Первинні ХДС наливного типу. Резервні ХДС. Мідно окисні елементи наливного типу довгого періоду дії. Первинні ХДС з твердим електролітом.

Паливні елементи (ПЕ). Можливості прямого перетворення хімічної енергії у електричну. Принципова схема устрою ПУ. Електрохімічні генератори (ЕХГ). Паливо, окислювач, електроліт. Конструкції електродів, двошарові електроди. Переваги та недоліки ПЕ.

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

Теорія подвійної сульфатації. Догляд за свинцевими акумуляторами. Лужні нікель-залізні та нікель-кадмієві акумулятори. Будова, технологічна схема виробництва, формування електродів. Механізм струмоутворюючих реакцій на позитивних електродах НЗ та НК акумуляторів.

Принципи герметизації НК акумуляторів. Срібно-цинкові (СЦ) та срібно-кадмієві (СК) лужні акумулятори. Особливості будови, типи електродів. Особливості

виготовлення електродів, сепарація. Реакції, які мають місце на позитивних електродах СЦ та СК акумуляторів при їх заряді та розряді, пояснення ходу розрядно-зарядних кривих. Саморозряд СЦ та СК акумуляторів.

### ***Тема 2.3. Основи процесів осадження і розчинення металів***

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

Вимоги до осадів металів, сплавів та композиційних електрохімічних покриттів (КЕП). Структура металевих осадів: ознаки структури; методи вивчення структури; вимоги до структури осадів у виробництвах. Відсутність пор, піттингу, тріщин у покриттях. Катодні та анодні металеві покриття, механізм захисної дії металу - основи цими покриттями. Рівномірність за товщиною осадів металів на поверхні, що покривають. Адгезія металу-покриття з металом-основи; фактори, що впливають на міцність зчеплення. Сталість складу і структури сплавів та КЕП за товщиною.

Катодні процеси. Вплив різних чинників на перенапругу виділення металу, його структуру і властивості. Зв'язок перенапруги виділення металу, його структури і властивостей. Класифікація металів за величиною металічної перенапруги при їх виділенні із розчинів простих солей Вплив компонентів простих кислих і комплексних лужних електролітів, їх концентрації на перенапругу виділення металу, структуру і властивості одержуваного осаду. Механізм дії ПАР на катодне виділення металу. Критерії вибору ПАР для електролітів осадження металів. Блискоутворювачі, їх класифікація і механізм дії.

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

Сумісне виділення металу і водню. Потенціали металевих електродів у розчинах їх солей та їх значення для процесів електроосадження. Застосування діаграми Пурбе води для прогнозування можливості виділення водню при електроосадженні металів із електролітів.

Сумісний розряд іонів металів і електрохімічне одержання сплавів. Основні закономірності суміщеного розряду іонів різних металів. Вплив різних факторів на електроосадження сплавів.

Композиційні електрохімічні покриття (КЕП) і матеріали. Види композиційних електрохімічних покриттів і сфери їх застосування. Електроліти - суспензії та їх властивості. Порошкові матеріали, що використовуються для одержання КЕП.

Розподіл струму і металу на катодній поверхні. Природа розсіювальної здатності електролітів і механізм перерозподілу струму в них. Вплив різних факторів на розподіл струму і металу. Способи оцінки розсіювальної здатності електролітів.

Адгезія електролітичних осадів металів до поверхні, яка покривається. Фактори, які впливають на адгезію осадів до поверхні, що покривають. Підготовка поверхні виробів перед осадженням металів. Механічні способи підготовки. Хімічні та електрохімічні способи підготовки поверхні виробів перед осадженням металів. Контактний обмін металів (цементация) в технічній електрохімії. Механізм і кінетика контактного обміну металів (цементация).

Осадження покриттів на легкі метали. Осадження металів на алюміній, магній, титан та їх сплави.

Анодні процеси. Анодна поведінка металів у процесах гальванотехніки, ГЕМ та ЕХО. Використання розчинних і нерозчинних анодів у гальванотехніці, ГЕМ та ЕХО. Анодне розчинення чистих металів і металів, які містять металеві і неметалеві домішки.

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

Неметалеві покриття, які одержують при анодному розчиненні металу-основи. Загальні відомості. Теорія процесів утворення оксидних і фосфатних плівок на сталі. Механізм утворення анодних плівок на алюмінії та його сплавах.

### **Розділ 3. Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів**

#### ***Тема 3.1. Фізична хімія тугоплавких неметалевих та силікатних матеріалів***

Силікати. Загальна характеристика. Фазова рівновага в силікатних системах. Основні поняття і визначення. Діаграма стану однокомпонентної системи. Діаграма стану двокомпонентних (бінарних) систем. Діаграма стану систем  $\text{SiO}_2\text{--Na}_2\text{O}$  і  $\text{SiO}_2\text{--K}_2\text{O}$ . Діаграма стану систему  $\text{SiO}_2\text{--CaO}$ . Діаграма стану системи  $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3$ . Діаграма стану системи  $\text{SiO}_2\text{--MgO}$ .

Діаграми стану трикомпонентних систем. Діаграма стану системи  $\text{SiO}_2\text{--CaO--Na}_2\text{O}$ . Діаграма стану системи  $\text{SiO}_2\text{--CaO--Al}_2\text{O}_3$ . Діаграма стану систему  $\text{MgO--Al}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2$ .

Силікати в кристалічному стані. Твердофазові реакції. Теорія спікання. Силікати в рідкому стані. Силікати в склоподібному стані, ситали. Силікати у високодиспергованому стані. Термохімія і термодинаміка силікатів

#### ***Тема 3.2. Основи технології тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів. технологія кераміки та скла***

Поняття про кераміку. Основна керамічна сировина – пластичні і непластичні матеріали. Методи приготування керамічних мас і формування керамічних виробів. Процеси утворення керамічних матеріалів. Види і методи виробництва спеченої кераміки. Кам'яно-керамічні матеріали. Тонка кераміка. Фаянс. Фарфор. Вогнетриви. Алюмосилікатні вогнетриви. Динас Магnezіальні вогнетриви.

Керамічні матеріали із спеціальних мас. Поняття про скло та склоподібний стан речовини. Теорії будови скла. Загальні фізико-хімічні характеристики типових склоутворювачів і склоподібних тіл у розплавленому стані.

В'язкість. Поверхневий натяг. Кристалізаційна здатність скла. Ліквідаційні явища в склі. Властивості скла у твердому стані. Хімічна стійкість скла. Механічні властивості скла. Термічні властивості скла. Електричні властивості скла. Оптичні властивості скла.

Теорія забарвлення скла. Класифікація неорганічного скла. Шихтові матеріали і шихтування. Теорія і практика скловаріння. Технологія скловиробів. Обробка скляних виробів. Механічна і хімічна обробка скла.

#### ***Тема 3.3. Технічний аналіз кераміки та скла***

Технічний аналіз. Методи технічного аналізу. Організація технічного контролю виробництва керамічних та скломатеріалів. Методи відбору середніх проб сировини, напівфабрикатів і готових виробів. Підготовка їх до випробування. Визначення основних властивостей сировинних матеріалів. Визначення технічних властивостей керамічних мас і шлікерів. Хімічні методи дослідження.

Фізико-хімічні методи визначення мінералогічного та хімічного складу силікатів. Визначення термомеханічних, електричних, хімічних і спеціальних властивостей керамічних матеріалів і виробів. Метрологія та стандартизація.



## **Розділ 4. Хімічні технології неорганічних і органічних в'язучих матеріалів**

### ***Тема 4.1. Основи технології тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів***

Хімічні технології виробництва гіпсових в'язучих матеріалів: сировина, фізико-хімічні процеси, які протікають при нагріванні, характеристика модифікацій сульфату кальцію, теорії тужавіння і твердіння гіпсу, види гіпсових в'язучих.

Хімічні технології виробництва будівельного вапна: сировина, процеси при випалі, види і властивості готового продукту, агрегати для виробництва вапна, гасіння вапна, твердіння вапняних розчинів при нормальній і підвищеній температурах, характеристика гідросилікатів кальцію.

Хімічні технології виробництва магнезійних в'язучих матеріалів: класифікація, сировина, схеми виробництва, твердіння магнезійних в'язучих.

Хімічні технології виробництва гідралічного вапна і романцементу: сировина, поняття про гідралічні модулі, схеми виробництва, мінералогічний склад гідралічного вапна та романцементу, твердіння та продукти гідратації.

Хімічні технології виробництва портландцементного клінкеру: хімічний і мінералогічний склад, модулі та коефіцієнт насичення, класифікація та характеристика сировинних матеріалів, схема сухого та мокрого способів виробництва клінкеру, прогресивні методи виробництва, процеси у сировинній суміші при випалі, реакції в твердому стані, спікання клінкеру, інтенсифікація процесів.

Хімічні технології виробництва портландцементу: сировинні матеріали, типи портландцементу, основні властивості, інтенсифікація процесів помелу, технологічні схеми.

Твердіння портландцементу: хімічні процеси при твердінні, реакції гідратації та гідролізу, Фізичні процеси при твердінні портландцементу. Теорії Ле-Шательє, Михаеліса, Байкова.

Хімічні процеси корозії портландцементного каменю: види корозійних процесів, методи захисту кінцевого продукту.

Хімічні технології виробництва спеціальних видів портландцементу: види спеціальних цементів, галузі застосування, властивості.

Хімічні технології виробництва глиноземистого цементу: сировинні матеріали, хімічний і мінералогічний склад глиноземистого цементу, виробництво глиноземистого цементу, процеси при твердненні глиноземистого цементу, вплив температури на процес тверднення.

Хімічні технології виробництва пуцоланових цементів: гідралічні добавки, їх роль та класифікація, причина активності гідралічних добавок, способи виробництва пуцоланових цементів, твердіння пуцоланових цементів.

Хімічні технології виробництва шлакових цементів: шлаки, їх характеристика та використання у виробництві цементів, класифікація та виробництво шлакових цементів, твердіння, властивості та галузь застосування.

### ***Тема 4.2. Основи проектування хімічних виробництв в'язучих матеріалів***

Технологічне проектування: вихідні данні технологічного проекту, техніко-економічне обґрунтування технології яка проектується, нормативна документація, склад технологічного проекту (технологічного регламенту), правила побудови, вихідні данні. проектування типових та нових технологічних процесів, технологічні норми проектування, основні нормативні документи які регламентують процес розробки нових технологічних процесів.

Проектування промислових підприємств: поняття про проект і основні вимоги до нього, стадії проектування і складові проектної документації, типові та індивідуальні проекти, характеристика проектних рішень на сучасному етапі розвитку галузі,

проектування генерального плану промислового підприємства, вибір району і пункту будівництва, генеральний і ситуаційний плани, основні принципи проектування, транспортні комунікації. інженерно-технічні мережі.

Об'ємно-планувальні і конструктивні рішення будівель і споруд промислових підприємств: класифікація промислових будівель, поняття про прогін, крок, сітку колон, типізація і уніфікація секцій, прогонів і конструкцій промислових будівель, конструкційне рішення промислових будівель, проектування допоміжних будівель і приміщень промислових підприємств, елементи конструкцій промислових будівель.

Складування і первинна переробка сировини: склади кускових матеріалів, крупне, середнє і дрібне подрібнення, ступінь подрібнення, двох та трьох стадійне подрібнення, типи і конструкції подрібнювальних машин, що використовуються для подрібнення сировини, добавок і клінкера, технологічні особливості різних подрібнювальних машин.

Технологічне обладнання для подрібнення сировини: класифікація конусних дробарок, молоткові дробарки для подрібнення вапняку, вугілля, гіпсу і клінкеру, молоткові самоочисні дробарки, дробарки ударно-відбивної дії, обладнання для подрібнення в'язких, пластичних і вологих матеріалів, валкові дробарки, типові схеми подрібнення твердих і м'яких порід. автоматизація подрібнювального відділення.

Обладнання для сушіння і зневоднення матеріалів: сушильні барабани, внутрішнє влаштування, привод сушильного барабану, вихрові сушарки, сушарки з завислим шаром, обладнання для механічного зневоднення матеріалів, вакуум-фільтри, прес-фільтри, особливості експлуатації в технологіях виробництва в'язучих.

Обладнання для помелу матеріалів: Класифікація барабанних млинів, Фактори які впливають на швидкість помелу, трубні багатоканальні млини, конструкція основних деталей і вузлів, визначення продуктивності за формулою Товарова, помел сировинних матеріалів при мокрому і сухому способах виробництва, сучасні ефективні млини.

Технології помелу сировини: помел у замкненому циклі з повітряно-прохідним сепаратором з одночасним сушінням матеріалу, каскадні млини типу «Аерофол» і «Гідрофол», стрижньові млини, помел клінкеру.

Технологічне обладнання для випалу матеріалу: класифікація печей для випалу матеріалу, обертові печі, конструкція обертових печей, визначення потужності печі і її основних розмірів, пічні теплообмінні пристрої, теплообмінники, запічні теплообмінні пристрої, конвеєрний кальцинатор, циклонні теплообмінники, шахтні печі, шляхи подальшого розвитку пічних агрегатів для випалу клінкеру.

Технологічне обладнання для охолодження після випалу: класифікація холодильників для обертових печей, барабанні холодильники, рекуператорні холодильники, колошникові холодильники.

Технологічне обладнання для знепилення повітря і газів: класифікація знепилюючих пристроїв. пилоосаджувальні камери, види і конструкції циклонів, ступінь очистки і розмір уловлювальних часток, електроосаджувальні установки, будова електрофільтрів, умови експлуатації електрофільтрів, їх продуктивність і ступінь очистки, тканні фільтри, вибір знепилюючих установок при різних умовах роботи.

#### ***Тема 4.3. Теплові процеси, печі та сушарки в технології тугоплавких неметалевих силікатних матеріалів***

Процеси горіння палива та його види: значення теплових процесів у силікатній промисловості, роль теплової обробки матеріалів в різних силікатних виробництвах, ефективність теплових установок, процеси, які протікають при спаленні палива, теплотворна здатність, тепловий еквівалент, паливоспалюючі пристрої, поняття

коефіцієнта надлишка повітря, температури горіння: теоретична, калориметрична, дійсна.

Теплообмін в печах та сушарках, види теплообміну: способи передачі теплоти в печах та сушарках, теплообмін випромінюванням, Закони Планка, Стефана-Больцмана, Кірхгофа, взаємозв'язок, розподілення та поєднання променевих потоків тепла, променевість газів та полум'я, теплопередача в навколишнє середовище, теплова ізоляція печей та сушарок, способи та матеріали для теплоізоляції, ефективність ізоляції.

Технології сушки: роль процесів сушіння виробів та матеріалів у силікатній промисловості, швидкість сушки, методика визначення раціонального режиму сушки, конструктивні особливості сушарок силікатної промисловості, рециркуляція газів, способи сушки, класифікація сушарок та вимоги, які ставляться до них, сушарки безперервної та періодичної дії, прискорені методи сушки, методи підвищення ефективності сушарок, обладнання сушильних установок, основи теплового розрахунку сушарок, автоматизація контролю та управління режимом.

Особливості руху газів в печах та сушарках: особливості руху газів в печах та сушарках, види напорів, виникнення геометричного напору, рівняння нерозривності потоку, перетворення напорів, принцип роботи рекуператорів, регенераторів, котлів-утилізаторів та інших теплообмінників для утилізації тепла, конструкція та розрахунок регенераторів, підвищення ефективності роботи та напрямки подальшого удосконалення існуючих конструкцій регенераторів та рекуператорів.

Печі для випалу силікатних матеріалів: обертові печі, конструктивні особливості, холодильні пристрої для обертових печей, шахтні печі, принцип дії та галузь застосування, печі для виробництва цементного клінкеру, печі для виробництва вапна, обертові печі та варочні котли дегідратації гіпсу.

## **Розділ 5. Хімічні технології переробки полімерних та композиційних матеріалів**

### ***Тема 5.1 Полімеризаційні та поліконденсаційні матеріали***

Технологія одержання полімеризаційних полімерів. Радикальна полімеризація. Радикальна співполімеризація. Іонна полімеризація. Координаційна полімеризація і стереорегулярні полімери. Полімеризація з розкриттям циклу. Способи проведення полімеризації (полімеризація в блоці або масі, в розчині, емульсійна полімеризація, суспензійна полімеризація, полімеризація на каталізаторах Циглера-Натта). Уявлення про технології реакцій за участю радикалів. Джерела радикальних часток в процесах радикальної полімеризації. Ініціювання радикальної полімеризації. Ланцюгові процеси. Розвиток реакційного ланцюга. Обрив реакційного ланцюга при радикальній полімеризації. Інгібітори полімеризації.

Технологія одержання полімерів реакцією поліконденсації. Основні типи мономерів, здатних до поліконденсації. Кінетика й технологія поліконденсації. Реакції циклізації під час лінійної поліконденсації. Регулювання молекулярної маси полімеру. Молекулярно-масовий розподіл у лінійній поліконденсації. Синтез поліефірів, поліамідів. Тривимірні поліконденсації.

Технологічна схема одержання полімерів за реакцією полімеризації. Поліетилен, поліпропілен та поліізобутилен. Апаратне оформлення технологічних процесів їх одержання. Властивості, переробка та застосування. Технологічна схема виробництва суспензійного і емульсійного полістиролу, пінополістиролу. Технологічна схема виготовлення полівінілхлориду різними методами. Технологія одержання блочного поліметилметакрилату. Виробництво суспензійних, емульсійних та в розчині поліакрилатів та поліметилметакрилатів. Їх властивості та застосування. Поліакрилонітрил. Виробництво, властивості і застосування.

Технологічна схема одержання полімерів за реакцією поліконденсації. Технологія одержання та особливості процесів синтезу фенолоальдегідних полімерів. Виробництво новолачних та резольних олігомерів і полімерів, та їх властивості. Технологія одержання термореактивних складних поліефірів. Технологія утворення та твердіння епоксидних олігомерів. Технологія одержання, властивості та застосування поліорганосилоксанів. Елементоорганічні полімери, що містять алюміній, титан, фосфор.

Технологія одержання хімічно модифікованих полімерів та пластичні маси на їх основі. Технологія модифікації полістиролу. Удароміцний полістирол, АБС-пластики. Хлорований поліетилен. Сульфохлорований поліетилен. Хлорований полівінілхлорид. Технологія виробництва, властивості та застосування полівінілового спирту та полівінілацеталу. Технологія виробництва властивості і застосування ефірів целюлози. Пластичні маси на основі ефірів целюлози.

### ***Тема 5.2. Загальна технологія переробки полімерів***

Підготовчі стадії технологічного процесу переробки полімерів. Розподіл підготовчих процесів переробки на технологічні і технічні елементарні операції. Машинні модулі технологічних ліній і агрегатів. Технічні характеристики устаткування для забезпечення підготовчих стадій технологічного процесу переробки пластмас. Технологічні показники процесів переробки пластмас. Технологічні методи змішування композицій на основі полімерів, у тому числі в різному агрегатному стані. Методи оцінки якості змішування. Диспергування складових композицій. Основні параметри процесів змішування та диспергування. Подрібнення технологічних відходів виробництва. Класифікація змішувального обладнання. Змішувачі періодичної та безперервної дії. Барабанні змішувачі. Шнекові і лопатні змішувачі. Роторні змішувачі. Швидкісні змішувачі.

Технологія екструзійної переробки пластмас. Елементарні операції та машинні модулі екструзійних технологічних ліній. Технічні характеристики устаткування для переробки пластмас і еластомерів. Технологічні показники процесів переробки пластмас і еластомерів. Технологічна сутність підготовки розплаву на екструдерах. Їх склад і принцип роботи. Розрахунок продуктивності екструдерів.

Формування заготовок екструзійних виробів. Види каналів при течії розплаву в формуючих головках. Принциповий порядок розрахунку перепаду тиску розплаву в головках. Високоеластична турбулентність потоку та якість заготовки виробу. Еластичне відновлення потоку (ефект Баруса), його врахування при формуванні заготовок.

Зовнішня характеристика екструдерів і формуючих головок. Робочі точки процесів екструзії, їх визначення.

Формоутворення екструзійних виробів. Фільерне витягування заготовок виробів. Операції калібрування та термообробки одержаних виробів. Одновісьна і двовісьна орієнтація екструзійних плівок та рулонних матеріалів. Вплив умов формоутворення виробів на процеси кристалізації полімерів та кінцеву якість виробів.

Особливості операцій підготовки розплаву, формування заготовок виробів, їх формоутворення і термообробки при виготовленні пластмасових труб, рукавних і плоских плівок, листів, рулонних матеріалів, профільних виробів. Визначення теоретичної і фактичної продуктивності екструдерів.

Технологічний процес каландрування. Машинні модулі технологічних ліній на базі каландрів. Технічні характеристики устаткування. Технологічні показники процесів каландрування.

Технологія одержання ПВХ-плівок та рулонних матеріалів вальцово-каландровим і екструзійно-каландровим способами. Види браку виробу, його причини та засоби усунення. Визначення їх теоретичної і фактичної продуктивності, корисної і споживаної потужності, питомих витрат на одиницю продукції.

Технологічний процес лиття під тиском. Загальні поняття. Литтєві машини і термопластавтомати, їх склад і відмінності. Елементарні операції та машинні модулі термопластавтоматів. Технічні характеристики устаткування. Технологічні показники процесів лиття. Витримка під тиском. Циклограми.

Технологія холодноканального і гарячеканального лиття. Багатошарове лиття. Переробка реактопластів литтям під тиском. Визначення теоретичної і фактичної продуктивності литтєвих машин, питомих витрат на одиницю продукції.

Технологія видувного і роздувного формування порожнистих виробів. Елементарні операції та машинні модулі видувних агрегатів. Суміщення безперервного технологічного процесу (екструзія) з періодичним (роздув у преформу). Технічні характеристики устаткування. Технологічні показники процесів видуву. Використання роторно-конвейєрних агрегатів. Елементарні операції та машинні модулі роздувних агрегатів. Технічні характеристики устаткування. Технологічні показники процесів роздуву з преформ. Циклограми процесу.

Визначення теоретичної і фактичної продуктивності роздувних агрегатів.

Технологія термоформування виробів із листових та рулонних матеріалів.. Позитивне і негативне термоформування. Штампування, пневмо- та вакуум формування, комбіновані варіанти. Елементарні операції та машинні модулі термоформаторів. Технічні характеристики устаткування. Технологічні показники процесів формування. Циклограми процесу.

Технологія ротаційного та відцентрового формування. Елементарні операції та машинні модулі форматорів. Технічні характеристики устаткування. Технологічні показники процесів формування. Циклограми процесу.

Технологія пресування. Трансферне і пряме пресування. Елементарні операції та машинні модулі відцентрових форматорів. Технічні характеристики устаткування. Таблетування. Технологічні показники процесів пресування. Підпресування. Використання роторних агрегатів. Циклограми процесу. Визначення теоретичної і фактичної продуктивності пресів.

### ***Тема 5.3. Композиційні матеріали та основи технології формування захисних покриттів***

Особливості технології виробництва композиційних матеріалів. Технологія виробництва композиційних матеріалів на основі неорганічних зв'язок. Високотемпературні клеї і покриття. Їх склад. Особливості приготування композицій. Проектування складу клею. Склад, властивості, технологія виробництва жароміцних, вогнетривких і теплоізоляційних композиційних матеріалів. Властивості і області використання конструкційних матеріалів на неорганічних зв'язках.

Процеси взаємодії в системі зв'язуюче – мінеральний наповнювач. Особливості процесів взаємодії мінеральних зв'язок з поверхнею дисперсних та волокнистих наповнювачів. Фактори, що визначають протікання процесів взаємодії. Шляхи їх інтенсифікації.

Процеси взаємодії полімерних зв'язок з поверхнею мінеральних наповнювачів. Участь хімічно активних груп зв'язуючого і поверхні наповнювачів в процесі взаємодії. Взаємозв'язок між ступенем завершеності процесів хімічної взаємодії в системі мінеральний наповнювач – зв'язуюче та фізико-механічними і експлуатаційними властивостями. Концентрування енергії на границі розподілу фаз.

Технологічні фактори, що визначають основні фізико-механічні і експлуатаційні властивості композиційних матеріалів. Фізико-механічні і деформаційні властивості композиційних матеріалів. Залежність експлуатаційних властивостей від складу і структури композиційних матеріалів. Поняття про руйнування, міцність і дефектність. Класифікація та характеристика основних деструкційних факторів.

Явище старіння органічних полімерів. Основні фізико-хімічні процеси, що протікають при корозії і старінні композиційних матеріалів. Зміна фізико-механічних і експлуатаційних властивостей композиційних матеріалів в процесі корозії і старіння.

Технологічні добавки для стабілізації і захисту композиційних матеріалів.

Склад і властивості речовин, що використовуються для стабілізації властивостей неорганічних і полімерних композиційних матеріалів. Механізм їх стабілізуючої дії. Особливості використання. Кремнійорганічні гідрофобізуючі рідини, що використовуються для захисту композитів. Механізм захисної дії лакофарбових покриттів. Особливості формування лакофарбових покриттів на поверхні композиційних матеріалів. Ефективність використання захисних лакофарбових покриттів.

Технологія нанесення лакофарбових матеріалів на поверхню. Класифікація способів фарбування. Пневматичні, електростатичні і гідравлічні способи розпилення, занурення і обливання. Електро-осадження. Ручні способи нанесення рідких лакофарбових матеріалів. Способи нанесення порошкових лакофарбових матеріалів. Отримання тонких покриттів.

Технологічні особливості процесів формування захисних покриттів на твердих поверхнях різної хімічної природи. Змочування рідкими лакофарбовими матеріалами твердої поверхні. Формування поверхні контакту. Змочування поверхні на повітрі. Змочування зволжених і занурених в воду поверхонь. Експлуатаційні і спеціальні властивості захисних покриттів. Міцність і деформаційні властивості. Адгезія. Внутрішні напруження. Проникність покриттів. Оптичні властивості. Теплофізичні властивості. Покриття цільового призначення.

Плівкоутворення. Загальні відомості про плівкоутворення. Плівкоутворення, що відбувається в результаті хімічних перетворень. Полімеризація і поліконденсація на поверхні підкладки. Плівкоутворення, що відбувається без хімічних перетворень. Формування покриттів із розчинів полімерів і олігомерів, водних дисперсій полімерів, органодисперсій полімерів, порошкових плівкоутворювачів. Структурні перетворення плівкоутворювачів при формуванні покриттів.

Технологічні способи затвердження покриттів. Теплове затвердження покриттів. Конвективний, терморадіаційний, індукційний способи. Затвердження покриттів під дією УФ-випромінювання. Радіаційне затвердження покриттів. Очищення газів, що відходять із сушильних камер.

Технологія створення поліфункціональних покриттів з комплексом заданих властивостей. Теоретичне обґрунтування вибору компонентів захисних поліфункціональних покриттів. Методи суміщення компонентів захисних покриттів і процеси їх взаємодії. Основні фізико-хімічні і експлуатаційні властивості поліфункціональних захисних покриттів і шляхи направленої зміни їх властивостей.

## **Розділ 6. Хімічні технології органічних речовин**

### ***Тема 6.1. Теорія хіміко-технологічних процесів отримання органічних речовин***

Основні типи реакцій нуклеофільного заміщення у відповідності до типу субстрату та нуклеофілу. Механізм прямого заміщення. Роль розчинника. Схема Уінстейна. Об'єднаний механізм іонних пар Сніна.

Перегрупування карбокатионів. Неопентильне перегрупування та перегрупування Вагнера-Мейєрвейна. Перегрупування Дем'янова і Тіффено. Скелетні перегрупування карбокатионів, які містять гідроксильну групу в  $\alpha$ -положенні. Дієнон-фенольне перегрупування.

Участь  $\pi$ - і  $\sigma$ -зв'язків в анхімерному сприянні реакції нуклеофільного заміщення. Некласичні карбокатиони. Проблема норборнільного карбокатиону. Анхімерне сприяння сусідніх груп в реакціях нуклеофільного заміщення. Перегрупування Фаворського. Схема механізму  $S_N1$ .

Скелетні перегрупування карбенів. Перегрупування Вольфа, синтез Арндта-Ейстера. Гомологізація альдегідів і кетонів. Перегрупування за участю нітренив. Перегрупування Гофмана, Курціуса, Лосеня та Шмідта. Перегрупування Бекмана та Вагнера-Мейєрвейна.

Схема механізму елімінування  $E1cB$ . Орієнтація  $C=C$  зв'язку. Правило Бредта. Правила Зайцева і Гофмана. Фактори, які впливають на легкість елімінування.

Термічне (піролітичне) елімінування. Шестицентровий механізм. Реакція Чугаєва (піроліз ксантогенатів). П'ятицентровий механізм. Реакція Коупа та її особливості. Стереохімія реакції на прикладі похідних циклогексану.

Реакції електрофільного приєднання до  $C=C$  зв'язку. Загальна схема механізму. Стереохімія реакції. Циклічний іон бромонію. Схема бромовання норборнену.

Реакція Сімонса-Сміта. Схема механізму, стереохімія і препаративні аспекти. Епоксидування олефінів надкислотами. Схема механізму. Стереохімія. Особливості епоксидування  $\alpha, \beta$ -ненасичених кетонів. Епоксидування олефінів.

Нуклеофільне приєднання до карбонільної групи. Приєднання синільної кислоти, азотистих основ та спиртів.

Альдольна конденсація. Кислотний та лужний каталіз. Анелювання за Робінсоном. Конденсація Дарзана. Конденсації Кляйзена і Дікмана.

Схема механізму ароматичного електрофільного заміщення. Зв'язок між структурою та реакційною здатністю. Нітрування. Галогенування. Алкілування та ацилювання за Фріделем-Крафтом та споріднені реакції. Електрофільне заміщення інших груп, крім водню. *Inco*-атака.

Стійкі вільні радикали. Структура та просторова будова радикальних інтермедіатів. Кінетичні особливості ланцюгових реакцій. Реакції вільно-радикального заміщення. Галогенування, окиснення, заміщення за участю арильних радикалів. Внутрішньомолекулярні вільно-радикальні реакції. Реакція Гофмана-Лєфлера. Реакції фрагментації радикалів. Реакції вільно-радикального приєднання. Приєднання галогеноводнів, галогенметанів, меркаптанів та інших вуглеводневих радикалів.

## **Тема 6.2. Основи проектування хімічних виробництв органічних речовин**

Принципова схема виробництва. Рекомендації по автоматизації виробництва, аналітичний контроль виробництва, утилізація відходів, техніка безпеки, захист навколишнього середовища.

Характеристика технологічних процесів та конструкцій реакторів виробництв основного органічного синтезу. Аналіз факторів, що впливають на перебіг органічних реакцій.

Попередня розробка технологічної схеми, технічний проект та його розділи. Вибір обладнання та оцінка його надійності. Принципи компоновки обладнання. Основні принципи компоновання технологічних схем виробництв органічного синтезу. Розміщення обладнання на різних рівнях за висотою. Принципи компоновання обладнання на основі максимального самопливу та мінімальної довжини трубопроводів.

Матеріальні розрахунки та баланси. Принципи складання. Матеріальні баланси періодичних та безперервних виробництв. Систематика розрахунку, принципи побудови схем матеріальних потоків. Основні розрахункові формули та рекомендації.

### **Тема 6.3. Хімія і технологія органічних речовин**

Окис вуглецю і синтез-газ. Конверсія з водяним паром. Окисна конверсія. Конверсія під тиском. Синтез Фішера-Тропша. Одержання нижчих олефінів. Виробництво метанолу.

Оксосинтез. Каталізатори оксосинтезу. Технології оксосинтезу. Одержання карбонових кислот. Процеси карбонілювання, що каталізуються кислотами або основами. Порівняння методів синтезу оксиду пропілену за допомогою гіпохлориту та каталітичного окиснення. Промислові методи застосування оксиду пропілену. Катализатори оксосинтезу. Склад продуктів оксосинтезу та їх розділення. Застосування продуктів оксосинтезу.

Ароматичні вуглеводні як базові вихідні сполуки для важкого органічного синтезу. Синтез стирену із бензену. Полімеризація стирену. Синтез та розділення ксиленів. Процеси окиснення ксиленів. Терфталева кислота.

Каталізатори Циглера-Натта. Синтези поліетилену високого та низького тиску. Добування олігомерів олефінів. Синтез оцтового альдегіду з етилену. Продукти перетворення оцтового альдегіду. Синтез оцтової кислоти окисненням етилену. Термодинаміка окиснення етилену. Синтез оцтової кислоти окисненням бутану. Каталізатори полімеризації пропілену. Синтез та застосування олігомерів пропілену. Синтез фталевих кислот.

### **Тема 6.4. Спектральна ідентифікація хімічних сполук**

Спектр електронних коливань. Типи спектральних досліджень і відповідні їм діапазони електромагнітних хвиль. Електронні спектри поглинання. Закони поглинання світла. Коливальна структура в спектрах. Основні хромофори. Поглинання випромінювання алканами, алкенами та дієнами, насиченими сполуками, що містять гетероатоми, карбонільними сполуками.

Інфрачервона спектроскопія та спектроскопія комбінаційного розсіювання світла – схожість та відмінності. Типи коливань. Фактори, що визначають кількість, положення та інтенсивність смуг поглинання в ІЧ спектрі. ІЧ спектри алканів, алкенів, аренів. ІЧ спектри сполук, що містять гідроксильну та карбонільну групи, азот та сірку. Практичне застосування ІЧ спектроскопії. ІЧ спектри різних класів органічних сполук, використання таблиць поглинання функціональних груп.

Магнітні властивості атомних ядер. Поведінка протона в магнітному полі. Типи магнітних ядер. Розщеплення рівнів енергії. Макроскопічна намагніченість. Умови магнітного резонансу. Хімічний зсув. Механізми екранування магнітних ядер. Залежність величини хімічного зсуву від структури молекули. Спін-спінова та спін-граткова релаксація, їх вплив на інтенсивність та ширину сигналів в спектрах ЯМР.

Спін-спінова взаємодія та її прояв в спектрах ЯМР. Гетероядерна спін-спінова взаємодія. Структурні фактори, що визначають величину константи спін-спінового розщеплення. Хімічна та магнітна еквівалентність ядер. Спектри першого та вищих порядків. Спінова симуляція. Релаксація спінів. Повздовжня та поперечна релаксації.

Інтерпретація спектрів ПМР. Кореляції будови структурних фрагментів молекул з хімічними зсувами в спектрах. Інтегрування сигналів. Деякі характерні сигнали структурних фрагментів в спектрах ЯМР  $^1\text{H}$ . Емпіричні підходи та комп'ютерні програми для розрахунку значень хімічних зсувів, їх переваги та недоліки.

Особливості використання спектроскопії ЯМР на ядрах  $^{13}\text{C}$ ,  $^{19}\text{F}$  та  $^{31}\text{P}$ .



## **Розділ 7. Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок**

### ***Тема 7.1. Хімічна технологія косметичних засобів***

Технології одержання твердих парфумів. Технології одержання парфумерних та туалетних вод. Технології одержання одеколонів, духмяних вод, лікувальних вод. Засоби для ароматизації повітря.

Технології одержання туалетного мила і миючих засобів. Аромати для косметичного мила. Методи оцінки якості.

Технології одержання шампунів, гелю для душу і рідкого мила. Аромати для декоративної косметики.

Технології одержання парфумерних рідин. Основи складання рецептур парфумерних рідин.

Технології одержання ефірних олій. Технології одержання абсолютних олій. Одержання конкретів; механічний метод з використанням пресів різної конструкції, інших пристроїв та машин. Технології одержання парфумерних композицій. Приготування ароматів і есенцій. Технологічний процес виробництва парфумерних виробів. Технологія одержання парфумерних рідин: класичний метод, метод Фрідмана. Технологічна схема отримання парфумерних рідин. Технологічний процес відстоювання. Контроль якості парфумерних композиційних парфумерних рідин.

Технології одержання дезодоруючих косметичних засобів, характеристика, класифікація, механізм дії та аналіз якості дезодоруючих засобів. Характеристика і механізм дії антиперспірантів. Технології одержання олівця-дезодоранту, гелевих дезодоруючих засобів, дезодоруючих засобів рідкої форми випуску.

Технології виробництва туалетного мила та аналіз якості. Технології виробництва господарського мила. Порошкоподібне мило. Пральні порошки, мильні порошки. Фізико-хімічні властивості мила. Технології одержання рідкого і гліцеринового туалетного мила. Технологія одержання прозорих гліцеринових миль. Технологія мильних порошоків. Контроль якості туалетного мила. Методи випробувань. Хімічні технології засобів догляду за зубами і порожниною рота. Властивості та фізико-хімічні показники. Технологічний процес виробництва зубного порошку

Технології одержання зубних паст. Технології одержання кремів. Рецептатура зволожуючого, живільного крема для обличчя. Рецептатура кремів для ніг, тіла та рук. Технологічні стадії та лінії отримання кремових мас. Технологічна схема отримання емульсійних кремів за методом гарячий/горячий. Технологічна схема отримання емульсійних кремів за методом холодний/холодний.

Технології одержання отримання кремових мас спеціального призначення. Аналітичні методи дослідження якості косметичних кремів.

Технології одержання бальзамів ополіскувачів. Характеристика компонентів рецептури бальзамів ополіскувачів. Контроль якості бальзамів ополіскувачів. Технології одержання засобів для укладання волосся, завивки та збереження зачіски. Косметичні засоби для фарбування волосся. Механізм фарбування волосся. Фарби для волосся. Характеристика основних груп речовин, що фарбують. Характеристики барвників. Технологія виробництва фарби для волосся та окиснюючого крему. Технологічні схеми процесу. Контроль якості. методи випробувань.

Технології одержання косметичних засобів декоративного призначення на жировій та емульсійній основах. Губна помада. Класифікація, склад та технологія отримання. Блиск для губ. Контурний олівець для губ. Контроль якості косметичних засобів декоративного призначення на жировій основі.

Технології одержання косметичних засобів декоративного призначення по догляду за шкірою порошкоподібної та компактної форми випуску. Пудра.

Класифікація, склад та технологія отримання. Оцінка якості засобів декоративного призначення порошкоподібної форми випуску.

### **Тема 7.2. Хімічна технологія харчових добавок**

Технології одержання харчових добавок, що поліпшують смак, аромат харчових продуктів та визначення аналізу їх якості. Хімічна технологія підсолоджувачів (E950Ацесульфам калію, E951Аспартаму, E954\*Сахарин). Технологія одержання ароматизаторів. Технологія одержання ароматичних естерів та ароматичних кислот. Отримання ароматизаторів: E 1519 Бензиловий спирт, Ванілін, Етилванілін. Технологія харчових добавок, що поліпшують смак, аромат. Технологія одержання органічних барвників. Добування Азобарвників (E102Тартразин, E107 Жовтий 2G, Понсо4R).

Технології одержання арилметанових барвників та визначення аналізу їх якості: E 131 Синій патентований. Хімічна технологія одержання індигоїдних барвників. Отримання E132 Індигокарміну. Одержання хінонових та хінофталонових барвників. E 104\* Хіноліновий жовтий. Технологія одержання харчових добавок, які регулюють консистенцію продуктів. Одержання іоногенних емульгаторів та визначення аналізу їх якості. Технологія одержання харчових добавок, які регулюють консистенцію продуктів. Амонійні солі фосфатидних кислот, E 1450 Естери крохмалю та октенілсукцината натрію. Технологія харчових добавок, які регулюють консистенцію продуктів та наліз їх якості. Одержання іоногенних емульгаторів та визначення аналізу їх якості. E 442 Амонійні солі фосфатидних кислот, E 1450 Естери крохмалю та октенілсукцинату натрію. Одержання неіоногенних емульгаторів (E477 Естерипропіленгліколя і вищих карбонових кислот, E446Сукцистеарину, E471Моно- і діацилгліцероли вищих карбонових кислот). Технологія одержання амфотерних емульгаторів та оцінка їх якості. Одержання піноутворювачів. Хімічна технологія одержання E1505Триетилцитрат. Одержання загущувачів. Отримання E383Гліцеролфосфату кальцію, E1201Полівінілпіролідон, E400Альгінатні кислоти та E401 Альгінат натрію, калію, амонію, кальцію. Отримання E406 агару.Одержання гелеутворювачів. Технологія отримання E440 Пектину, E 440 (ii) Пектину амідованого. Отримання желатину. Характеристика галактомананів та камедей.

Технології одержання стабілізаторів – органічних та аналіз їх якості. Технології одержання E399 Лактобionату кальцію. Хімічні технології одержання неорганічних стабілізаторів E452 Поліфосфатів, E 450 Дигідрогенпірофосфат натрію.

Одержання консервантів: неорганічних, органічних та аналіз їх якості. Технологія одержання E221 Сульфату натрію, E 225 Сульфат калію. Одержання антиоксидантів та синергістів антиоксидантів. Технологія одержання E301 Аскорбат натрію, E302 Аскорбат кальцію.Технології одержання ущільнювачів,затверджувачів, вологоутримувачів та аналіз їх якості. Одержання E422 Гліцеролу, E1518Триацетину, E1520 Пропіленгліколю. Технології одержання антигрудкуючих та плівкоутворюючих агентів. Технології одержання E381 Цитрату амонію-заліза, E553, E552, Силікатів синтетичних, E554, E559 Алюмосилікатів. Одержання плівкоутворюючих агентів. Технології одержання стабілізаторів піни та замутнення.

Технології одержання речовин, що поліпшують перебіг технологічних процесів. Технологія отримання регуляторів кислотності і лужності. Технології одержання регуляторів рН з основними властивостями. Технології одержання регуляторів рН з кислотними властивостями. Технології неорганічних регуляторів кислотності, органічних регуляторів кислотності. Технології отримання емульгуючих солей. Технології одержання розрихлювачів. Технологія одержання розділювачів, піногасників та антивспінюючих агентів. Технології одержання засобів капсулювання, пігулкоутворювачів, розділювачів, піногасників та антивспінюючих агентів. Технологія

одержання пропелентів та диспергаторів. Технології одержання ензимів та ензимних засобів. Одержання висушувачів.

### ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

Критерії оцінювання Комплексного фахового випробування за системою ECTS (100 балів).

Кожний білет Комплексного фахового випробування складається із трьох питань. Перше питання оцінюється у 30 балів, питання 2 і 3 по 35 балів кожне.

Критерії оцінювання, у балах ECTS:

Для 1-го запитання:

- 30–27 балів: повна і безпомилкова відповідь на запитання з елементами оригінального, творчого підходу до пояснення прийнятих рішень, бездоганне обґрунтування цих рішень на основі демонстрації вмінь залучати фундаментальні знання з теоретичної хімії.
- 26–23 балів: повна і взагалі вірна відповідь на запитання з 1–5 незначними помилками або зауваженнями математичного, хімічного, методичного характеру або з зауваженнями щодо наукової і літературної грамотності оформлення і викладення матеріалу.
- 22–16 балів: взагалі вірна відповідь на запитання з 5–6 незначними помилками та 1–2 зауваженнями принципового характеру, пов'язаного з неповнотою знань з фундаментальних основ хімії.
- 15–9 балів: вірна відповідь на 51-75 % запитання.
- 8–0 балів: вірна відповідь на 35-50 % запитання.

Для запитань 2 і 3:

- 35–30 балів: повна і безпомилкова відповідь на запитання з елементами оригінального, творчого підходу до пояснення прийнятих рішень, бездоганне обґрунтування цих рішень на основі демонстрації вмінь залучати фундаментальні знання з теоретичної хімії.
- 29–22 балів: повна і взагалі вірна відповідь на запитання з 1–5 незначними помилками або зауваженнями математичного, хімічного, методичного характеру або з зауваженнями щодо наукової і літературної грамотності оформлення і викладення матеріалу.
- 21–13 балів: взагалі вірна відповідь на запитання з 5–6 незначними помилками та 1–2 зауваженнями принципового характеру, пов'язаного з неповнотою знань з фундаментальних основ хімії.
- 12–8 балів: вірна відповідь на 51-75 % запитання.
- 7–0 балів: вірна відповідь на 35-50 % запитання.

Залежно від загальної суми отриманих балів вступнику, згідно критеріїв ECTS, виставляється оцінка:

Сума набраних балів	Оцінка
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
менше 60	Незадовільно

## ПРИКЛАД КОМПЛЕКСНОГО ЗАВДАННЯ

Національний Технічний Університет України  
“Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського”  
Спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія

Комплексне фахове випробування

### ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № ....

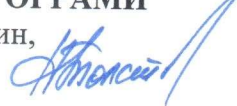



1. Технологія сульфатної кислоти: Принципові положення окиснення оксиду сірки(IV) в струминному циркуляційному шарі (СЦШ) в технології контактної сульфатної кислоти.
2. Водопідготовка: Технологічна схема очищення води екстракційним методом.
3. Технологія зв'язаного азоту: Фізико-хімічні основи окиснення аміаку. Каталізатори конверсії. Шляхи зменшення втрат платинового каталізатору.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Р. Драго. Физические методы в химии. В 2-х т. Т.1. М.»Мир», 1981.
2. Д. Марч. Органическая химия. Т1-4. М. «Мир», 1989.
3. П. Сайкс. Механизмы реакций в органической химии. М. «Химия». 1989.
4. Р. Маки, Д. Смит. Путеводитель по органическому синтезу. М. «Мир», 1985.
5. В. Смит, А. Бочков, Р. Кейпл. Органический синтез. Наука и искусство. М. «Мир», 2001.
6. Амелин А.Г. Технология серной кислоты. - М.: Химия, 1983. - 360 с.
7. Васильев Б.Т., Отвагина М.И. Технология серной кислоты. - М.: Химия, 1985. - 328 с.
8. Астрелін І.М., Запольський А.К., Супрунчук В.І., Прокоф'єва Г.М. Теорія процесів виробництв неорганічних речовин. - К.: Вища школа, 1992. - 399 с.
9. Атрощенко В.И., Алексеев А.М., Засорин А.П. и др. Технология связанного азота. - М.: Высшая школа, 1985. - 327 с.
10. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко, І. М. Астрелін та ін. - К.: Лібра, 2000. - 552 с.
11. Кунтий О.І., Зозуля Г.І. Електроліз іонних розплавів. Виробництво магнію. -Львів: Львівська політехніка, 2006. -208 стор. .
12. Прикладная электрохимия /Под ред. А.П.Томилова.-М.:Химия, 1984.- 580 с.
13. Химические источники тока. Под редакцией В.Н.Варыпаева. - М. : Высшая школа, 1990, 240 с.
14. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія.-К: Либідь, 1993.-544с.
15. Орехова В.В., Байрачный Б.И. Теоретические основы гальваностегнических процессов. - К: Выща школа, 1988.-208с
16. Основы технологии переработки пластмасс: Учебник для вузов/С.В. Власов, Э.Л. Калинин, В.Н. Кулезнев и др. – М.: Химия, 2004. – 600 с.

17. Пахаренко В.А., Яковлева Р.А., Пахаренко А.В. Переработка полимерных композиционных материалов. – К.: Воля, 2006. - 552с.
18. Рейбман А.И. Защитные лакокрасочные покрытия. – Л.: Химия, 1978. – 296 с.
19. Суберляк О.В., Баштанник П.І. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів. – Львів: Видавництво «Растр», 2007. – 376 с.
20. Технические свойства полимерных материалов. Учеб.-справ. пособие/В.К. Крыжановский и др. – 2-е изд. – СПб.: Профессия, 2005. – 248 с.
21. Общая технология силикатов /Под общ. ред. Пащенко А.А. - Киев: Вища шк., 1983. - 408 с.
22. Пащенко А.А., Сербин В.П., Старчевская Е.А. Вяжущие материалы. - Киев: Вища шк., 1975. - 444 с.
23. В'язучи речовини / Рунова Р.Ф., Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л., Носовський Ю.Л. – К: Основа, 2012. – 448 с.
24. Справочник по проектированию цементных заводов / Под ред. Данюшевского С.И. - Л.: Стройиздат, 1969. - 240 с.
25. Строительные материалы. Справочник. Под ред. А.С.Болдырева, П.П.Золотова. М.: Стройиздат, 1989 г.
26. Корнілович Б.Ю., Андрієвська О.Р., Племянников М.М., Спасьонова Л.М. Фізична хімія кремнезему та нанодисперсних силікатів: навч. посібник/ за ред. Чл.-кор. НАН України Корніловича Б.Ю.- К.: Освіта України, 2013. – 178 с.
27. Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии. – М.: Мир, 2006. – 638с.
28. Бережний А.С., Питак Я.М., Пономаренко О.Д., Соболев Н.П. Фізико-хімічні системи тугоплавких неметалічних і силікатних матеріалів. Навчальний посібник. –К.: НМК ВО, 1992.
29. Бобкова Н.М., Силич Л.М., Терещенко И.М. Сборник задач по физической химии силикатов и тугоплавких соединений. Учебное пособие для вузов. – Минск: Университет, 1990.
30. Павлушкин Н.М. Химическая технология стекла и ситаллов. - М.: Стройиздат, 1983. - 431 с.
31. Кривова А.Я., Паронян В. Х. Технологія виробництва парфюмерно-косметических продуктів.- М:Делипринт, 2009.- 668 с.
32. Технологія косметических и парфюмерних средств: Уч пособие для студ. фармац. спец. высш. учеб. зав. /А.Г.Башура, Н.П.Половко, Е.В.Гладух. и др. - Х:НФАУ:Золотыестраницы.-2002.- 272с.
33. Пешук Л.В., БавікаЛ.І., Демідов І.Н. Технологія парфюмерно-косметических продуктів.-К.: Центр учбової літератури, 2007.-376 с.
34. Фридман Р.А. Технологія косметики. –изд. Пищевая промышленность : М.,1984.- 487с.
35. ШтангееваН.І. Методи контролю харчових виробництв: навчальний посібник / Н.І. Штангеева, Л.І. Чернявська, Л.П. Рева [та ін.]. - К.: УДУХТ, 2000. – 240 с.

### РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ

- |   |  |                   |
|---|--|-------------------|
| В.о. зав. кафедри технології неорганічних речовин,<br>водоочищення та загальної хімічної технології |  | Н.М. Толстопалова |
| Заст. зав. кафедри органічної хімії та<br>технології органічних речовин                             |  | В.М. Родіонов     |
| Зав. кафедри технології електрохімічних<br>виробництв   |  | О.В. Лінючева     |
| Зав. кафедри хімічної технології<br>композиційних матеріалів  |  | В.А. Свідерський  |

Зав. кафедри хімічної технології кераміки  
та скла



Б.Ю. Корнілович

Зав. кафедри фізичної хімії



О.Е. Чигиринець