

Інститут хімії та хімічних технологій

Спеціалізація:

Хімічні технології високомолекулярних сполук

(код 161/1106)

Спеціальність:

Хімічні технології та інженерія

(код 161)

Галузь знань:

Хімічна та біоінженерія

(код 16)

Перелік дисциплін

для вступу на навчання за освітньою програмою підготовки магістр

- **Основи проектування і теорії реакторів виробництва полімерів**
- **Основи хімії полімерів**
- **Теоретичні основи технології виробництва високомолекулярних сполук**
- **Хімічна технологія синтезу високомолекулярних сполук**

Дисципліна: Основи проектування і теорії реакторів виробництва полімерів

Розділ 1. Хіміко-технологічні процеси виробництва полімерів

§ 1. Завдання технології як науки. Елементи, структура та засоби організації хіміко-технологічного процесу. Закономірності впливу різних чинників на динаміку хіміко – технологічного процесу

§ 2. Вибір і розробка технологічної схеми виробництва. Послідовність розробки технологічної схеми. Стадії технологічного процесу. Операційна схема

§ 3. Розміщення технологічного устаткування. Основні критерії оцінки розташування устаткування. Розташування апаратів на нульовій та інших відмітках. Принципова технологічна схема. Основні принципи компонування обладнання. Вихідні положення. Принципи групування

Розділ 2. Конструкція та проектування хімічних апаратів

§ 1. Фактори, які визначають конструкцію реакційних апаратів. Агрегатний стан реагуючих і утворених речовин, консистенція реакційної маси. Апаратурне оформлення для різних систем. Оформлення поверхні теплообміну в апараті

§ 2. Фактори, які визначають конструкцію реакційних апаратів. Інтенсивність перемішування інгредієнтів. Тип розмішуючого пристрою. Температура реакцій і тиск. Тепловий ефект і інтенсивність теплообміну. Хімічні властивості речовин, що переробляються. Неперервність та періодичність процесу

§ 3. Основні типи хімічних реакторів. Класифікація за принципом організації процесу, за гідродинамічним та за тепловим режимом роботи. Основні критерії.

§ 4. Класифікація реакторів за конструктивними формами. Основні з'єднання і деталі хімічних апаратів та їх вибір. Корпус. Днища. Кришки. Фланцеві з'єднання і прокладки. Циліндричні ємності. Корпуси циліндричних сталевих апаратів. Теплообмінні поверхні, змієвики і склянки. Перемішуючі пристрої

§ 5. Матеріали і захисні покриття для виготовлення хімічних апаратів. Види конструкційних матеріалів.

§ 6. Устаткування процесів полімеризації. Апарати періодичної дії. Апарати безперервної дії. Автоклави. Поліконденсатори. Полімеризатори.

Розділ 3. Допоміжне устаткування процесів виробництва полімерів

§ 1. Графічне оформлення креслеників. Креслення деталей. Лінії креслеників. Нанесення розмірів. Масштаб.

§ 2. Трубопровідна арматура. Вентилі. Засувки. Крани. Запобіжні клапани. Зворотні клапани. Редукційні клапани. Конденсатовідведення. Показчик рівня. Арматура з дистанційним приводом.

§ 3. Екстракційна апаратура. Обладнання для фільтрування і очищення розчинів полімерів. Сушарки. Дозування і транспортування полімерних матеріалів. Гранулятори. Насоси для хімічного обладнання.

Література

1. *Основи проектування підприємств з виробництва високомолекулярних сполук*: метод. вказівки до практичних занять та самостійної роботи студентів з дисципліни «Проектування заводів для виробництва пластмас» спеціальності 161 «Хімічна технологія та інженерія» / уклад.: М.М. Братичак, В.Є. Левицький, Т.В. Гуменецький, Н.В. Чопик. – Львів: вид-во Львів. політехніки, 2016. - 28 с.
2. *Братичак М.М.* Хімічна технологія синтезу ВМС: навч. посіб. / М.М. Братичак, Ю.П. Гетьманчук. – Львів: вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2009. - 495 с.
3. *Загальна хімічна технологія*: підруч. / В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. - Львів: вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2005. - 552 с.
4. *Чернобыльский Н.И.* Полимеризационные аппараты: учеб. пособ. для вузов / Н.И. Чернобыльский, Б.Ш. Хайтин. - К.: Техника, 1989. - 432 с.

Дисципліна: Основи хімії полімерів

Розділ 1. Класифікація та полімеризаційні методи синтезу високомолекулярних

сполук (ВМС)

§ 1. Етапи розвитку хімії ВМС. Основні поняття полімерної хімії. Хімічний склад і будова полімерів. Класифікація високомолекулярних сполук. Будова полімерів за елементарною ланкою і структурою ланцюга та їх особливі фізико-хімічні властивості (наявність трьох фізичних станів, орієнтаційні явища, фізико-механічні властивості розплаву, полідисперсність, деструктивні процеси). Реакції синтезу ВМС

§ 2. Полімеризація: означення, поділ за природою реакційного центру. Радикальна полімеризація: механізм; елементарні стадії полімеризації, загальні уявлення про радикал, фізико-хімічні основи і способи генерування вільних радикалів; ініціювання, методи ініціювання, ініціатори, промотори, редокс-системи

§ 3. Реакція росту ланцюга: кінетична і термодинамічна ймовірність полімеризації; вплив будови мономеру і ініціатора, ефективність ініціатора. Реакція обриву ланцюга: загальні уявлення про реакцію обриву, різновиди механізму обриву. Реакції передачі ланцюга: регулятори, сповільнювачі, інгібітори, практичне значення, стабільні радикали. Полімеризація на глибоких стадіях конверсії, теорія гель-ефекту; ефект оклюзії. Матрична полімеризація. Особливості полімеризації алільних мономерів, реакції самовиродження ланцюга. Полімеризація дієнових мономерів

§ 4. Кінетика радикальної полімеризації: швидкість, константа та енергія активації елементарних реакцій і сумарні величини, ступінь полімеризації, вплив зовнішніх факторів на кінетику і ступінь полімеризації, вплив комплексоутворення на полімеризацію, кінетичні відмінності полімеризації полієнових мономерів, роль гель-ефекту і ступінь конверсії, хімічна фіксація радикалів, практичне застосування

§ 5. Кополімеризація: практичне значення, різновиди кополімеру, теорія Майо-Льюїса, константи кополімеризації, теорія Алфрея-Прайса, окремі випадки кополімеризації

§ 6. Йонна (каталітична) полімеризація: основи йонного каталізу, відмінність від радикального ініціювання, вплив будови мономеру на механізм. Катіонна полімеризація: каталізатори, механізм ініціювання, ріст та обрив ланцюга, закономірності кінетики, кінетичні і термодинамічні фактори росту ланцюга. Канальна полімеризація: основні стадії, практичне використання

§ 7. Аніонна полімеризація: механізм ініціювання, каталізатори, елементарні стадії процесу; особливості кінетики, вплив зовнішніх факторів і природи каталізатора, поняття «живий полімер», практичне застосування. Полімеризація гетероциклів

§ 8. Стереоспецифічна (координаційна) йонна полімеризація: алфінові каталізатори, каталізатори Ціглера-Натта, механізм процесу, будова ланцюга, кінетичні умови реалізації, практичне застосування. Йоннакополімеризація і блоккополімеризація. Полімеризація з розкриттям циклів: кінетична і термодинамічна ймовірність процесу, практичне застосування. Закономірності полімеризації карбонільних сполук, механізми йонних процесів

§ 9. Ступінчата (міграційна) полімеризація: перенесення водню, взаємодія ізоціанату з діолом, механізм і практичне застосування процесу. Полімеризація елементоорганічних і неорганічних мономерів

§ 10. Методи проведення полімеризації: лакова (в розчині), блокова (в масі), суспензійна, емульсійна і на дисперсному наповнювачі, характерні особливості, принципи відмінності

Розділ 2. Поліконденсаційні методи синтезу високомолекулярних сполук

§ 1. Поліконденсація: визначення, механізм, поняття про функціональні реакційні групи і функціональність, характер взаємодії між функціональними групами, рівноважна і нерівноважна поліконденсація

§ 2. Закономірності рівноважної поліконденсації: елементарні взаємодії функціональних сполук, константа рівноваги, глибина перетворення і ступінь полімеризації, рівняння Карозерса, вплив кінетичних і термодинамічних факторів, побічні реакції, практичне застосування

§ 3. Нерівноважна, міжфазна і низькотемпературна поліконденсація: механізми та закономірності – вплив чинників на вихід полімеру і ступінь полімеризації, побічні реакції; практичне застосування

Розділ 3. Хімічні методи модифікації та деструкція полімерів

§ 1. Реакції модифікації полімерів: блокова й прищеплена кополімеризація, структурування, полімераналогічні перетворення природних і синтетичних полімерів (целюлози,

ліпідів, полівінілового спирту, полівінілацетату)

§ 2. Деструкція полімерів: типи деструкції залежно від чинника (термодеструкція і термічна стійкість полімерів, деполімеризація, фотохімічна, радіаційна, окисна, хемо- та механодеструкція), механізми, закономірності вплив чинників на глибину і швидкість деструкції; особливості деструкції полівінілхлориду; атмосферостійкість і старіння полімерів

§ 3. Принципи стабілізації полімерів – типи (стабілізація при термо- і термоокисній деструкції, фотостабілізація, приклад стабілізації полімерів, які розпадаються за різними механізмами), теоретичні і практичні основи, принцип дії та вимоги до стабілізаторів; інгібітори і антиоксиданти; синергізм дії стабілізаторів, принципи стабілізації полівінілхлориду

Література

1. *Суберляк О.В.* Основи хімії полімерів : навч. посіб. / О.В. Суберляк, Є.І. Сембай. – Львів: вид-во НУ «Львівська політехніка», 2005. – 240 с.
2. *Шур А.И.* Высокмолекулярные соединения / А.И. Шур. – М. : Высш. шк., 1971.
3. *Оудиан Дж.* Основныхимииполимеров / Дж. Оудиан. – М. : Мир, 1974.

Дисципліна: Теоретичні основи технології виробництва високомолекулярних сполук

Розділ 1. Реакції синтезу полімерів

§ 1. Радикальна полімеризація. Вільно-радикальна полімеризація. Вільні радикали і їх реакційна здатність. Загальні уявлення про радикали. Класифікація радикальних реакцій. Способи генерування вільних радикалів. Утворення радикалів при гомолізі. Термоліз, фотоліз, випромінювання високих енергій. Радикальна полімеризація. Будова мономерів і їх реакційна здатність. Стеричні ефекти. Вплив резонансу і полярності. Метод енергії перехідного стану. Правило Поляні. Теорія "ідеальної радикальної реакційної здатності"

§ 2. Йонна полімеризація. Електронна структура активних центрів у йонній полімеризації. Механізм процесу, ініціювання, ріст та обрив ланцюга. Аналіз кінетичних даних у йонній полімеризації. Реакційна здатність мономерів в йонній полімеризації. Реакційна здатність циклічних сполук. Аніонна полімеризація. "Живі" полімери та інші типи аніонної полімеризації. Катіонна полімеризація. Формальна кінетика і визначення числа активних центрів. Координаційно-йонна полімеризація

§ 3. Кополімеризація. Радикальна кополімеризація. Реакційна здатність мономерів. Теорія Алфрея-Прайса. Рівняння кополімеризації в диференційній формі (Майо-Льюїса). Рівняння складу кополімерів

§ 4. Поліконденсація. Загальні закономірності. Будова і реакційна здатність мономерів. Механізм каталізу реакцій поліконденсації. Термодинаміка поліконденсаційних процесів. Загальні положення. Термодинаміка поліконденсації і молекулярно-масові характеристики полімерів

Розділ 2. Термодинаміка полімеризаційних процесів

§ 1. Термодинаміка полімеризаційних процесів, здатність мономерів до полімеризації. Теплові ефекти реакцій і енергія зв'язків. Гранична температура полімеризації. Вплив тиску на граничну температуру. Рівноважна концентрація мономеру. Розрахунок теоретично можливого виходу полімеру при рівноважній полімеризації. Вплив середовища і фазових перетворень на термодинаміку процесу полімеризації. Вплив механізму полімеризації. Залежність рівноважної температури від тиску газоподібного мономеру

§ 2. Вплив термодинаміки на кінетику процесу полімеризації. Залежність швидкості полімеризації від температури і концентрації мономеру. Вплив ступеня полімеризації на рівноважну концентрацію мономеру. Рівняння Тобольського. Степінь полімеризації і ШР у рівновазі

§ 3. Термодинамічна стійкість полімерів. Деполімеризація і деструкція. Визначення напрямку протікання реакцій розкладу полімерів. Напрямки підвищення стабільності полімерів

Розділ 3. Способи здійснення полімеризації

§ 1. Полімеризація в блоці (у масі). Полімеризація в блоці. Теорія блочної полімеризації при малих конверсіях мономеру. Теорія блочної полімеризації на глибоких стадіях перетворень. Дифузійний контроль елементарних реакцій. Теорія гел-ефекту. Регулювання радикальної полімеризації при високих конверсіях

§ 2. Полімеризація в емульсії. Будова міцели і механізм емульсійної полімеризації. Теорія

Сміта-Еварта

§ 3. Полімеризація в суспензії. Суспензійна полімеризація. Фактори, що визначають стійкість емульсії в суспензійній полімеризації. Кінетика процесу, вплив основних факторів на кінетику і дисперсність бісеру

Розділ 4. Промислові процеси синтезу полімерів

§ 1. Модель полімеризаційного реактора ідеального змішування (PI3)

§ 2. Модель полімеризаційного реактора ідеального витіснення (PIB)

§ 3. Модель каскаду полімеризаційних реакторів ідеального змішування

Література

1. *Иванчев С.* Радикальная полимеризация / С. Иванчев. – М., 1985.
2. *Оудиан Дж.* Основы химии полимеров / Дж. Оудиан. – М. : Мир, 1975.
3. *Берлин А.* Кинетический метод в синтезе полимеров / А. Берлин. – М., 1975.
4. *Суберляк О. В.* Теоретичні основи хімії та технології полімерів: навч. посіб. / О.В. Суберляк, В.Й. Скорохода, Н.Б. Семенюк. – Львів : вид-во Львівської політехніки, 2014. – 336 с.

Дисципліна: Хімічна технологія синтезу високомолекулярних сполук

Розділ 1. Технологічні особливості виробництва, властивості та застосування поліолефінів

§ 1. Технологія виробництва поліетилену. Сировина для одержання поліетилену. Поліетилен високого, середнього і низького тиску. Властивості поліетилену і вплив на них методу одержання. Переробка і застосування поліетилену. Модифікація поліетилену

§ 2. Технологія виробництва поліпропілену. Сировина для одержання поліпропілену. Полімеризація в розчині, в рідкому мономері, в газовій фазі. Властивості, методи переробки і галузі застосування поліпропілену

§ 3. Технологія виробництва поліізобутилену. Властивості і галузі використання поліізобутилену

Розділ 2. Технологічні особливості виробництва, властивості та застосування полістирольних пластиків

§ 1. Сировина для одержання полістиролу. Вплив способу полімеризації стиролу на структуру полімеру. Технологічні процеси виробництва полістиролу в блоці, емульсії та суспензії. Вплив методу одержання на властивості полістиролу. Властивості і застосування полістиролу

§ 2. Кополімери стиролу. Методи одержання удароміцного полістиролу та АБС-пластиків. Технологічні особливості одержання, властивості та застосування Пінополістирол. Удароміцний полістирол

§ 3. Газонаповнений полістирол. Методи одержання, властивості та застосування пінополістиролу

Розділ 3. Технологічні особливості виробництва, властивості та застосування полімерів на основі гелогенопохідних ненасичених вуглеводнів

§ 1. Технології виробництва полівінілхлориду полімеризацією в масі, суспензії та емульсії. Сировина для одержання полівінілхлориду. Властивості, переробка і застосування полівінілхлориду

§ 2. Пластичні маси на основі полівінілхлориду. Вініпласт, пластикат, пластизолі. Склад, властивості та особливості переробки. Технологічні особливості виробництва, властивості та застосування хлорованого ПВХ, кополімерів вінілхлориду, газонаповненого ПВХ

§ 3. Політетрафторетилен, політрифторхлоретилен, полівініліденфторид. Технологічні особливості виробництва, властивості, переробка та застосування

Розділ 4. Технологічні особливості виробництва, властивості та застосування полімерів на основі акрилатів та вінілових естерів

§ 1. Сировина для виробництва полімерів акрилової і метакрилової кислот. Виробництво блочного поліметилметакрилату. Виробництво суспензійних, емульсійних та розчинних полі(мет)акрилатів. Властивості полі(мет)акрилатів, методи переробки, застосування

§ 2. Поліакрилонітрил, поліакриламід. Технології виробництва поліакрилонітрилу у водній емульсії, у водних розчинах солей, в органічних розчинниках. Властивості і застосування поліакрилонітрилу

§ 3. Полімери вінілових естерів. Полівінілацетат, полівініловий спирт, полівінілацеталі.

Технологічні особливості виробництва, властивості, методи переробки, застосування

Розділ 5. Технологічні особливості виробництва, властивості та застосування фенопластів та амінопластів

§ 1. Фенол-альдегідні полімери. Сировина для одержання. Технологічні методи одержання новолачних та резольних олігомерів; властивості новолачних та резольних смол. Будова і тверднення фенолформальдегідних смол

§ 2. Фенопласти. Виробництво прес-порошків; Компоненти, їх призначення і вплив на властивості. Фенопласти з листовим наповнювачем. Волокнонаповнені прес-матеріали. Газонаповнені фенопласти

§ 3. Аміно-альдегідні полімери і пластмаси на їх основі. Сировина для одержання аміно-альдегідних полімерів. Технологічні особливості виробництва амінопластів. Карбамідоформальдегідна смола і пластмаси на її основі. Прес-порошки, волокніти, шаруваті і газонаповнені пластики, клеї. Методи одержання, властивості, застосування. Меламіно-формальдегідні олігомери і пластмаси на їх основі. Одержання, властивості, застосування

Розділ 6. Технологічні особливості виробництва, властивості та застосування поліестерів та епоксидних полімерів

§ 1. Термопластичні поліестери. Сировина для одержання. Технологічний процес одержання поліетилентерефталату. Властивості, переробка, застосування

§ 2. Промислові методи одержання полікарбонатів і поліарилатів. Алкідні полімери. Ненасичені поліестери. Властивості, переробка та застосування поліестерів

§ 3. Виробництво епоксидних полімерів. Сировина для виробництва епоксидних полімерів. Реакції утворення епоксидних олігомерів. Технології одержання епоксидних полімерів. Отвердження. Властивості і застосування епоксидіанових смол. Композиції на основі епоксидних смол

Розділ 7. Технологічні особливості виробництва, властивості та застосування поліамідів, поліуретанів, кремнійорганічних полімерів та модифікованих природних полімерів

§ 1. Технологія виробництва поліамідів. Промислові методи одержання. Полімеризація β -капролактаму. Технології одержання поліаміду 6; поліаміду 66. Виробництво ароматичних поліамідів. Модифіковані поліаміди. Властивості, переробка і застосування поліамідів

§ 2. Поліуретани. Одержання поліуретанів. Виробництво еластичного та жорсткого пінополіуретанів. Властивості та застосування поліуретанів. Поліуретанові каучуки, лаки, клеї, волокна

§ 3. Кремнійорганічні полімери. Сировина для одержання поліорганосилоксанів. Гідроліз кремнійорганічних мономерів. Технологічні процеси одержання поліорганосилоксанів. Властивості і застосування поліорганосилоксанів. Силіконові рідини, каучуки, прес-матеріали

§ 4. Модифіковані природні полімери. Вихідна сировина для одержання похідних целюлози. Виробництво етерів целюлози – метилцелюлози, етилцелюлози, карбоксиметил-целюлози. Технології одержання естерів целюлози – ацетатів та нітратів. Виробництво пластичних мас на основі естерів целюлози – целулоїдів, етролів. Модифікований казеїн. Хітозан

Література

1. *Технология пластических масс* / под ред. В.В. Коршака. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Химия, 1986. – 560 с.
2. *Брацыхин Е.А.* Технология пластических масс : учеб.пособие / Е.А. Брацыхин, Э.С. Шульгина. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л. : Химия, 1982. – 328 с.
3. *Николаев Е.Ф.* Технология пластических масс / Е.Ф. Николаев. – Л. : Химия, 1977. – 368 с.