



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Теоретичні основи переробки полімерів

Шифр та назва спеціальності

161- Хімічні технології та інженерія

Інститут

ІНІ Хімічних технологій та інженерії

Освітня програма

Хімічні технології та інженерія

Кафедра

Технології пластичних мас і біологічно активних полімерів (190)

Рівень освіти

Бакалавр

Тип дисципліни

Спеціальна (фахова), Обов'язкова

Семестр

6

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Близнюк Олександр Вікторович

oleksandr.blyzniuk@kpi.kharkov.ua

Кандидат технічних наук, доцент кафедри технології пластичних мас і біологічно активних полімерів НТУ «ХП». Досвід науково-педагогічної роботи – 40 років. Автор понад 100 наукових та навчально-методичних праць, посібників. Понад 20 авторських свідоцтв і патентів.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](https://web.kpi.kharkov.ua/tpm/prepodavateli/)

<https://web.kpi.kharkov.ua/tpm/prepodavateli/>

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на вивчення теоретичних основ процесів переробки полімерів та загальних фізико-хімічних закономірностей, що протікають у полімерних матеріалах при переробці. Це необхідно для обґрунтування оптимальних технологічних параметрів процесів переробки пластмас, еластомерів та полімерних композитів із заданими властивостями

Мета та цілі дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є засвоєння студентами теоретичних основ, сучасних уявлень про характер і природу фізико-хімічних процесів, що протікають у полімерах при їх переробці у виробі та безпосередньо впливають на експлуатацію полімерних виробів; висвітлення наукових методів оцінки параметрів та режимів переробки полімерів; закладення теоретичних основ для теплових та енергетичних розрахунків при проектуванні підприємств із переробки пластмас.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, модульні контрольні роботи, індивідуальні розрахункові завдання, консультації. Підсумковий контроль - іспит.

Компетентності

K02 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

K03. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

K09 – Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач

K25. Здатність обґрунтовувати вибір технічних і технологічних засобів реалізації промислового процесу отримання і переробки полімерних та композиційних матеріалів.

K26. Вміння використовувати знання новітніх технологій з отримання та переробки полімерних і композиційних матеріалів для рішення виробничої задачі.

K27. Здатність продемонструвати знання і розуміння щодо загальних теоретичних та практичних підходів до вибору рецептурних компонентів, складання рецептур, регулювання властивостей хімічних продуктів різного призначення.

Результати навчання

ПР07. Обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для вирішення складних задач хімічної інженерії, контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв.

ПР25. Оцінювати вплив технологічних факторів при виробництві полімерів, еластомерів та композиційних матеріалів на якісні показники отриманих виробів.

ПР26. Здатність застосувати знання і розуміння щодо загальних теоретичних та практичних підходів до вибору рецептурних компонентів, складання рецептур, регулювання властивостей хімічних продуктів різного призначення у технологічних процесах їх одержання.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 36 год., практичні заняття – 24 год., самостійна робота – 90 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Хімія і технологія мономерів, Хімія і фізика ВМС

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Курс подано з використанням системного підходу задля формування системних знань, цілісних уявлень про дисципліну, порівняння і узагальнення інформації.

Пояснювально-ілюстративний метод.

Студенти здобувають знання у «готовому» вигляді, слухаючи лекцію, або з навчальної літератури, або за допомогою Інтернет-посібника. Студенти сприймають і осмислюють факти, оцінки, висновки й залишаються в рамках репродуктивного (відтворюючого) мислення.

Репродуктивний метод.

Йдеться про застосування вивченого на основі зразка або правила. Діяльність студентів є алгоритмічною, тобто відповідає інструкціям, розпорядженням, правилам – в аналогічній до представленого зразка ситуаціях. Організовується діяльність студентів за кількаразовим відтворенням засвоєваних знань. Для цього використовуються різноманітні вправи, практичні заняття, програмований контроль за методикою циклічного тестування.

Частково-пошуковий, або евристичний метод.

Його суть – в організації активного пошуку розв'язання висунутих педагогом пізнавальних завдань або під керівництвом педагога, або на основі евристичних програм і вказівок. Процес мислення поетапно направляється й контролюється педагогом або самими учнями на основі роботи над завданнями і навчальними посібниками.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1: Структуромолекулярні, механічні, реологічні, термодинамічні і теплообмінні основи переробки полімерів.

Структуромолекулярні і механічні основи переробки полімерів. Конфігурація і конформація макромолекул ієрархія надмолекулярних структур. Відмінності структур аморфних і кристалічних полімерів. Вплив макромолекулярної будови і надмолекулярних структур полімерів на процеси їх переробки і формування властивостей виробів з полімерів.

Залежність між будовою і властивостями полімерів.

Методи регулювання структури і властивостей полімерних матеріалів.

Кінетика кристалізації. Кінетика при розтягуванні. Вплив температури і швидкості охолодження на кристалізацію. Кристалізація в неізотермічних умовах. Вплив напруг, вплив орієнтації, гідростатичного тиску на кристалізацію.

Тема 2: Механічні властивості полімерів.

Залежність деформаційних властивостей полімерів від температури. Термомеханічні криві. Ськловідній, високоеластичний і в'язкотекучий стани полімерів. Температурі переходу. Основні віда деформації. Пружна і пластична деформація. Діаграма напруга – деформація. Релаксаційні явища при деформації полімерів.

Теорії міцності полімерів. Статична теорія міцності полімерних матеріалів. Основні характеристики міцності. Вплив зовнішніх чинників на процес руйнування полімерів, залежність міцності від часу, температури, режиму деформації. Вплив хімічного будови і надмолекулярної структури на міцність полімерів. Можливі шляхи і методи збільшення міцності полімерних матеріалів. Теоретичні основи і практичні прийоми орієнтації полімерів.

Тема 3: Реологічні властивості розплавів і розчинів.

Особливості течії полімерів. Специфічні особливості течії полімерів. Аномально-в'язкі рідини їх механічні моделі. Крива течії. Різні віда деформації, що розвивається при течії полімерів. Молекулярний механізм в'язкої течії полімерів. Вплив температури і тиску на в'язкість розплаву. Основні віда аномалії

в'язкості. Псевдопластичність, дилатансія, тиксотропія, реопексія. Текучість, методи визначення. В'язкість при повздовжній течії.

Тема 4: Гідродинаміка розплавів полімерів.

Основні рівняння гідродинаміки розплавів і розчинів полімерів. Прямокутні і циліндричні координати. Вектори і тензорні величини. Рівняння нерозривності, руху, енергії. Реологічні рівняння: ньютонівські і неньютонівські рідини, тензор напруги, тензор швидкостей деформацій, реологічне рівняння ньютонівської рідини, реологічне рівняння неньютонівської рідини. Загальна математична модель процесів переробки полімерів і принципи її розв'язання.

Тема 5: Течія розплаву в циліндричних та плоских каналах.

Течія розплаву полімеру в круглій трубі і плоскій щілині. Епюрі напруг, швидкостей та градієнта швидкостей. Виведення рівнянь для знаходження напруги зсуву і швидкості зсуву течії розплаву.

Розвіток течії і ефект входу. Еластичне відновлення струменю. Еластична турбулентність.

Тема 6: Термодинаміка і теплопередача в процесах переробки полімерів.

Термодинамічні основи процесів переробки. Рівняння стану: рівняння Тейта, термодинамічне рівняння стану, рівняння стану Спенсера-джілмора. Енергетичний баланс сталої течії.

Тема 7: Теплообмін при нагріві і охолодженні полімерів і виробів.

Теплопровідність у стаціонарному і нестаціонарному режимах. Нагрівання і охолодження тіл простої геометричної форми (необмежена площина, необмежений циліндр). Теплопровідність при змінах фізичного стану. Теплопередача в потоках розплаву.

Тема 8: Теоретичні основи фізичного і математичного моделювання процесів переробки полімерів.

Загальні уяви про фізичне і математичне моделювання технологічних процесів. Фізичне моделювання. Математичне моделювання. Диференціальні рівняння. Припущення. Умові однозначності. Загальна математична модель процесів переробки полімерів і принципи її розв'язування. Замкнута система рівнянь.

Тема 9: Фізична сутність і математичні моделі процесу змішування.

Процес змішування та вимоги до нього. Механізм ламінарного змішування. Методи розрахунку змішувального впливу. Періодичне та безперервне змішування. Диспергування інгредієнтів при змішуванні. Механохімія процесу змішування.

Статистичні критерії процесу змішування, методи оцінки ступеню диспергування. Статистична оцінка якості змішування. Критерії змішування. Критичний розмір проб. Ступінь і інтенсивність здрібнювання. Експериментальні методи оцінки якості змішування і ступеню диспергування.

Тема 10: Загальне фізичне моделювання процесу екструзії.

Опіс процесу і обладнання. Якісний аналіз роботи екструдера. Зоні завантаження, плавлення, дозування. Фізична сутність і математична модель зони завантаження. Продуктивність зони. Температура твердої пробки та її поверхні. Тіськ, що розвивається в зоні. Фізична сутність і математична модель зони плавлення. Зміна стану і рух матеріалу в зоні. Продуктивність зони. Пріріст тиску. Процеси на поверхні пробки, перехідна зона.

Фізична сутність і математична модель зони дозування. Вітоки та їх вплив на продуктивність зони і екструдера в цілому. Розподіл тиску по довжині зони дозування.

Тиск на виході черв'яка. Осьове зусилля. Обертальний момент і потужність, необхідна для приводу черв'яка. Взаємозв'язок параметрів екструдера, що визначають його продуктивність, температурний режим процесу та енергетичні витрати.

Головки екструдерів. Гідродинамічний розрахунок головок. Коефіцієнти геометричної форми каналів головки. Перепад тиску, його визначення.

Тема 11: Фізична сутність і математична модель процесу вальцювання та каландрування полімерів.

Опис процесу і конструкція вальців. Гідродинамічна теорія вальцювання полімерів. Змішування при вальцюванні, методи кількісного опису.

Опис процесу і конструкції каландру. Гідродинаміка ізотермічного та неізотермічного каландрування. Вплив характеристик полімеру і технологічних параметрів на температурне полі.

Тема 12: Загальне уявлення про процес лиття під тиском полімерів.

Якісна характеристика процесу лиття під тиском. і конструкція обладнання. Літцевий цикл. Черв'ячний пластикатор. Фізична сутність та математичні моделі операцій підготовки і дозування розплаву. Параметри литтєвого циклу і усадка готового виробу.

Фізична сутність і математичні моделі операцій вприску розплаву, витримки розплаву у формі під тиском і охолодження виробу. Година охолодження виробу. Залішкові напруги, що виникають при литті. Вказівки до розрахунку литтєвої машини і вибір основних технологічних параметрів.

Тема 13: Фізичні і математичні моделі термоформування виробів з листових, рулонних та плівкових матеріалів.

Сутність методу формування та її основних операцій: нагріву заготовки її деформування, охолодження виробу. Апаратне оформлення. Математичні моделі операцій нагріву заготовки її деформування, охолодження виробу.

Тема 14: Фізична сутність і математичні моделі операцій пресування виробів з реактопластів.

Загальні відомості про пресування та його апаратне оформлення. Характеристики процесу пресування і обладнання. Фізична сутність операцій пресування. Математичні моделі операцій пресування.

Теми практичних занять

1. Теоретичні основи фізичного і математичного моделювання процесів переробки полімерів.
2. Фізична сутність і математичні моделі процесу змішування.
3. Загальне фізичне моделювання процесу екструзії.
4. Фізична сутність і математична модель процесу вальцювання та каландрування полімерів.
5. Загальне уявлення про процес лиття під тиском полімерів.
6. Фізичні і математичні моделі термоформування виробів з листових, рулонних та плівкових матеріалів.

7. Фізична сутність і математичні моделі операцій пресування виробів з реактопластів.

Самостійна робота

Самостійна робота за дисципліною включає опрацювання лекційного матеріалу, підготовку до практичних занять, самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях, а також виконання індивідуального розрахункового завдання згідно з індивідуальним варіантом для кожного студента. Результати розрахунків оформлюються у письмовий звіт.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Технологія виробництва виробів із пластмас і композитів :навчальний посібник для вузів / Олег Володимирович Суберляк, Петро Іванович Баштанник. — Київ: Б.и., 1995 . — 163 с. — Ін-т систем.досліджень освіти, Держ. ун-т «Львів.політехніка».

2. Технологія формування виробів з пластмас: навч.посібник для студ. спец. «Технологія переробки пластмас та еластомерів» / О. В.Суберляк, П. І. Баштанник. — К.: Державний ун-т «Львівська політехніка»,

3. Пахаренко В.А., Яковлева С.А., Пахаренко А.В. Переработка полимерных композиционных материалов. - К.: Издательство компании «Воля», 2006 - 552 с.

4. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / О. В. Суберляк, П. І. Баштанник; Ін-т інновац. технологій і змісту освіти М-ва освіти і науки України. — Л.: 2007. — 376 с.: рис., табл. — Бібліогр.: с. 358-362.

5. Тадмор З. Гогос К. Теоретические основы переработки полимеров. Пер. с англ., 1984. 628 с

6. Шварц О. Переработка пластмасс: Пер. с нем./ О. Шварц, Ф. -В. Эбелинг, Б. Фурт. - 2005. - 320 с

7. Литье пластмасс под давлением Оссвальд Т., Тунг Л., Грэмман П. Дж. Пер. с англ. 2_го изд. (2001 г., Injection Molding Handbook)

8. Экструзия полимеров Раувендааль К. Пер. с англ. 4_го изд. (2001 г., Polymer Extrusion)

9. Раздувное формование Росато Д., Росато А., ДиМаттиа Д. Пер. с англ. 2_го изд. (2004 г., Blow Molding Handbook)

10. Термоформование. Практическое руководство Шварцманн П., Иллиг А. Пер. с англ. (2004 г., Thermoforming. A Practical Guide)

Додаткова література

Кузьяев И.М., Свидерский В.А., Петухов А.Д. Моделирование экструзии и экструдеров при переработке полимеров. Часть 1 Монография. В 2 ч. – Киев: НТУУ «КПИ» Изд-во «Политехника», 2016. – 412 с.

Архипова И.А., Елигбаева Г.Ж. Основы технологии переработки полимеров Учебное пособие. — Алматы: КазНИТУ, 2015. — 90 с.

Дутчак Н.Н., Федькина М.А., Давыдова Т.Н. Переработка пластмасс прессованием Учебное пособие. – Астана: НАО Холдинг Кәсіпқор, 2018. – 126 с.

Кузьяев И.М., Свидерский В.А., Петухов А.Д. Моделирование экструзии и экструдеров при переработке полимеров. Часть 2 Монография. В 2 ч. – Киев: НТУУ «КПИ» Изд-во «Политехника», 2016. – 276 с.

Мікульонюк І.О. Технологічні основи перероблення полімерних матеріалів Навчальний посібник. – 2-ге вид., переробл. та доповн. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 293 с.

Рао Натти С., Скотт Ник Р. Технологические расчеты в переработке пластмасс. Практическое руководство Пер. с англ. (Understanding Plastics Engineering Calculations. Hands-on Examples and Case Studies) .

Основи проектування одночерв'ячних екструдерів Ю Мікульонок, ОЛ Сокольський, ВІ Сівецький, ЛБ Радченко НТУУ «КПІ»

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді іспиту (15%), поточного оцінювання (70%) та індивідуального завдання (15%).

Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії) та усна доповідь.

Поточне оцінювання: контрольний захист лабораторних робіт (40%), модульні контрольні роботи (30%)

Шкала оцінювання

Сума	Національна оцінка	ЕС
б		
а		
л		
і		
в		
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «КПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «КПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри
Ганна ЧЕРКАШИНА

Дата погодження, підпис

Гарант ОП
Ганна ЧЕРКАШИНА