



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Технологія переробки вторинних 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

Магістр

Тип дисципліни

Спеціальна (фахова), Вибіркова

Семестр

11

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/>

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на поглиблення базової хімічної підготовки та ознайомлення з сучасним станом сепарації, переробки та рециклінгу промислових та побутових відходів, з можливостями отримання вторинної сировини і продуктів.

Мета та цілі дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є формування діалектичного мислення і сприяння розвитку сучасного екологічно спрямованого хімічного світогляду; сучасне уявлення про властивості відходів, як речовин і сировини, що використовується для виробничих потреб людини; досягнення свідомого засвоєння фізико-хімічної сутності процесів, що відбуваються при сепарації, переробці та рециклінгу відходів

Формат занять

Лекції, реферат, лабораторні заняття, модульні контрольні роботи, консультації. Підсумковий контроль - екзамен.

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 хімічних речовин.

K26. Вміння використовувати знання новітніх технологій з отримання та переробки хімічних речовин 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 хімічних речовин 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 180 год. (6 кредитів ECTS): лекції – 32 год., лабораторні заняття – 32 год., самостійна робота – 116 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Хімія і технологія мономерів, Хімія і фізика ВМС, Вступ до технології переробки полімерів, Сучасне обладнання для виробництва пластмас, Технологія виробництва ВМС, Нанотехнології та ресурсозбереження в галузі

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 кількарізним 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 направляєється й контролюється педагогом або самими учнями на основі роботи над завданнями і навчальними посібниками.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Методі збору та утилізації відходів пластмас

Тема 1: Сучасні полімерні матеріали. Області їхнього використання. Виникнення проблем, пов'язаних з утилізацією відходів полімерів.

Природні полімери. Їхня роль у рішенні питань забруднення навколишнього середовища відходами полімерів.

Тема 2: Класифікація твердих побутових відходів (ТПВ)

Основна сполука ТПВ. Фактори, що впливають на об'єм і сполуку побутових відходів. Способи утилізації відходів. Строки експлуатації виробів з полімерів. Упакування - найбільше короткоживчий виріб з полімерів. Об'єми полімерних матеріалів, щорічно виведених із уживання.

Стан на сьогоднішній день і темпу збільшення об'ємів полімерних відходів у цілому й упакування зокрема.

Тема 3: Джерела полімерних відходів.

Три основних джерела полімерних відходів. Переважна сполука полімерних відходів суспільного споживання. Види виробів з полімерів, що входять у змішані полімерні відходи. Співвідношення об'ємів трьох основних джерел полімерних відходів.

Тема 4: Виділення полімерів з побутових відходів.

Система утилізації полімерних відходів у європейських країнах. Директива ЄС по упакуванню й пакувальним відходам. Введення обов'язкових квот на різні види відходів. Розмаїтість видів полімерних відходів. Способи виділення полімерів з побутових відходів. Ручне сортування. Методи сортування, засновані на щільності. Методи флотації (рідинний поділ). Сухий поділ. Сортування за допомогою центрифуги. Сортування за допомогою білякритичних і сверхкритичних жидкостей. Флотація з попередньою абсорбцією рас творителя. Флотація на основі гідрофобности. Пінна флотація. Оптичне сортування.

Технологія сортування по кольорі. Промислові моделі. . Удосконалені методи сортування, засновані на спектроскопі. Лазерне акустичне розпізнавання. Рентгенівська флуоресценція для сортування ПВХ.

Трібоелектричне «перо». Безперервний поділ пластмас за допомогою електризації тертям. Сортування по температурі плавлення. Сортування за допомогою селективного розчинення. Сортування методом здрібнювання — класифікації. Сортування металевих забруднень за допомогою сепараторів на основі струмів Фуко.

Тема 5: Здрібнювання відходів пластмас.

Шредери двох- і чотирехроторні. Однороторні шредери. Роторні змельчителі (дробарки). Шнекові дробарки. Сепарація листових полімерних матеріалів за допомогою здрібнювання. Процеси ущільнення. Агломератори. Ущільнення й спрессовивание плівки. Ущільнення роликами. Дискові млини тонкого млива. Здрібнювання з використанням турбодвигуна. Молоткова дробарка.

Криогенне здрібнювання. Сдвигова твердофазова екструзія. Хімічне здрібнювання

Тема 6: Фільтрація розплавів вторинних полімерів

Фільтри періодичної дії. Фільтри безперервної дії. Безперервні стрічкові фільтри. Фільтри зворотного промивання.

Вимоги для фільтрації вторинних полімерів

Тема 7: Вторинна переробка ПЕТ

Обмеження при вторинній переробці ПЕТ. Проблеми засміченості. Кислотні забруднювачі. Волога. Наклейки. Клейовий шар наклейок. Вплив слідів металу.

Хімічна вторинна переробка (хемоліз). Гліколіз. Метаноліз. Гідроліз. Гібридні процеси (гліколіз-гідроліз). Диоліз крихти ПЕТ з одержанням полібутилентерефталату (ПБТ). Одержання поліолів. Одержання енергії

Переробка поліолефінов. Переробка поліпропілену. Застосування вторинного ПП. Конструктивні рішення для реціклінга. Рішення по розбиранню продукції, що йде на переробку

Вторинна переробка ПВХ. Труднощі в переробці ПВХ. Включення. Термічна нестабільність ПВХ. Богатокомпонентність сполуки. Методи поділу ПВХ і ПЕТ.

Термічне розкладання. Технологія замкнутого сольового циклу

Тема 8: Реціклінг полістиролу

Ущільнення спіненого полістиролу (пінопласту). Зменшення розміру часток відходів спіненого полістиролу. Приклади застосування здрібненого пінопласту. Механічний реціклінг полістиролу. Реціклінг із використанням розчинників. Деполімерізація відходів полістиролу. Відновлення енергії з відходів спіненого полістиролу

Реціклінг поліаміду. Вторинна переробка килимів і килимових покриттів. Хімічний реціклінг поліаміду. Ацідоліз. Гідроліз. Аммоноліз (або аміноліз).

Деполімерізація у вакуумі. Механічний реціклінг матеріалу й застосування вторинного поліаміду.

Тема 9: Реціклінг конструкційних термопластів

Основні типи конструкційних пластмас, що піддаються вторинній переробці. Полікарбонат. Суміші й сплави полікарбонату й АБС. Суміші поліфеніленоксиду

й полістиролу (ПФО й ПС). Поліацеталі. Сополімери стиролу й метакрілатів. Гідроліз. Хімічне очищення.

Гідроциклон. Вібрація зі стиском. Фільтрація розплаву. Механічне стирання. Криогенне здрібнювання. Сухе дроблення. Пресування на валках.

Рециклінг поліуретанів. Фізичний рециклінг. Відновлені спінені матеріали. Рециклінг шляхом здрібнювання. Компресійне формування (пресування). Хімічний рециклінг. Гліколіз твердих ПУ - пін. Рециклінг сировини й відновлення (регенерація) енергії. Газифікація. Відновлення теплової енергії шляхом спалювання.

Тема 10: Рециклінг термореактивних полімерних композитів. Просте здрібнювання листового ламінірованого компаунда з метою використання як наповнювач. Селективне хімічне розкладання відходів листового ламінірованого компаунда. Піроліз відходів. Зворотна газифікація відходів. Рециклінг термопластичних композитів.

Тема 11: Рециклінг промислової сировини — піроліз, гідрування й газифікація

Піроліз. Переваги піроліза перед спалюванням. Процеси піроліза у випалювальних печах/ретортах. Процес піроліза в псевдоожигеному шарі. Гідрування полімерних відходів. Переваги гідрування перед спалюванням.

Газифікація. Переваги газифікації перед спалюванням.

Тема 12: Спалювання відходів пластмас із метою відновлення (рекуперації) енергії.

Спалювання відходів і пластмас, що входять до складу твердих побутових відходів. Конструкція камери спалювання. Переваги й обмеження збільшення змісту відходів пластмас при спалюванні твердих побутових відходів. Передові процеси застосування палива, отриманого на основі відходів пластмас (паливна концепція). Роздільне спалювання (моноспалювання). Спільне спалювання (соспалювання).

Печі для випалу цементу. Спалювання в шахтних печах. Викиди й тверді залишки.

Теми рефератів

1. Вторинна переробка полімерів. Проблеми та перспективи.
2. Поліолефіни. Можливості та проблеми вторинного використання цих полімерів.
3. Полівінілхлорид. Можливості та проблеми вторинного використання цього полімеру.
4. Поліетилентерефталат. Можливості та проблеми вторинного використання цього полімеру.
5. Крохмаль як перспективний природний полімер для створення сумішевих біорозкладних матеріалів.
6. Синтетичні полімери, здатні до біорозкладання, особливості будови, шляхи синтезу.
7. Області використання природних та синтетичних біорозкладних полімерних матеріалів.
8. Источники полимерных отходов
9. Разделение смесей полимеров на индивидуальные компоненты
10. Химическая переработка отходов полимеров
11. Извлечение энергии из отходов пластмасс
12. Способи утилізації відходів
13. Основні методи та шляхи використання полімерних відходів
14. Утилізація полімерних медичних відходів

Теми практичних занять

Практичні заняття в рамках дисципліни не передбачені.

Теми лабораторних робіт

Лабораторна робота № 1

«Дослідження процесу дроблення відходів термопластів»

Лабораторна робота № 2

«РОЗДІЛЕННЯ СУМІШЕЙ ВТОРИННИХ ПОЛІМЕРІВ»

Лабораторна робота № 3

«РЕЦІКЛІНГ ПІНОПОЛІСТИРОЛУ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ РОЗЧИННИКІВ»

Лабораторна робота № 4

«ДУАЛЬНА СИСТЕМА ЗБОРУ ТВЕРДИХ ВІДХОДІВ У НІМЕЧЧИНІ»

Лабораторна робота № 5

“ТЕРМІЧНЕ РОЗЛОЖЕННЯ ПОЛІМЕТИЛМЕТАКРИЛАТУ”

Лабораторна робота № 6

«Визначення термостабільності зразків полівінілхлориду»

Лабораторна робота № 7

“ТЕРМІЧНА ДЕПОЛІМЕРИЗАЦІЯ ВІДХОДІВ ПОЛІОЛЕФІНОВ 3
ОДЕРЖАННЯМ ВОСКІВ”

Лабораторна робота № 8

“ХІМІЧНА ПЕРЕРОБКА ПЕТФ”

Лабораторна робота № 9

“Отримання порошків з полімерних відходів”

Самостійна робота

Самостійна робота за дисципліною включає опрацювання лекційного матеріалу, підготовку до лабораторних занять, самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Вторичная переработка пластмасс. Под ред. Ф.П. Ла Мантиа./ Пер. с англ. — 2006. 400 с.
2. Шайерс Дж. Рециклинг пластмасс: наука, технологии, практика. / Пер. с англ. — 2012. — 640 стр., ил.
3. Переробка вторинної сировини екструзією І.О. Мікульонок, ЛБ Радченко НТУУ «КПІ»
4. Дядичев В.В. Переработка отходов полимерных материалов методом соэкструзии Луганск: СНУ им. В.И. Даля, 2003. — 220 с.
5. Мікульонок І. О. Обладнання і процеси переробки термопластичних матеріалів з використанням вторинної сировини: монографія. – К.: ІВЦ „Видавництво «Політехніка»”, 2009. – 265 с.: іл. – Бібліогр.: с. 239– 262.

Додаткова література

1. Набиванець Б.Й., Сухан В.В., Калабіна Л.В. Аналітична хімія природного середовища.– К.: Либідь, 1996. – 304 с.

2. Ломницька Я.Ф., Василечко В.О., Чихрій С.І. Склад та хімічний контроль об'єктів довкілля: Навч. посібник. Ломницька Я.Ф., Василечко В.О., Чихрій С.І. – Львів: “Новий Світ-2000”, 2013. – 589 с.

3. Моніторинг довкілля: підручник /[Боголюбов В.М., Клименко М.О., Мокін В.Б. та ін.]; під ред. В. М. Боголюбова. [2-е вид., перероб. і доп.]. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 232 с.

4. Конспект лекцій з дисципліни «Сучасні маловідходні технології» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня спеціальності 144 «Теплоенергетика» очної та заочної форм навчання / Укл. Горбунов О. Д. – м.Кам'янське: ДДТУ, 2016. – 124 с.

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 «ХП»: 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 «ХП» 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