**Nazwa przedmiotu:**

Recykling polimerów

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Maciej Dębowski

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Technologia Chemiczna - profil praktyczny

**Grupa przedmiotów:**

Obieralne

**Kod przedmiotu:**

brak

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

2

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

-

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

-

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

-

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

-

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z problematyką odpadów polimerowych, ich efektywnego zagospodarowania oraz realizacji zasad gospodarki o obiegu zamkniętym w odniesieniu do materiałów bazujących na tworzywach sztucznych.

**Treści kształcenia:**

Część wykładowa przedmiotu (ok. 15 h) obejmować będzie następującą tematykę:
1) Źródła i skala problemu odpadów z materiałów polimerowych;
2) Podstawowe strumienie odpadów tworzyw sztucznych – ich skład jakościowy i ilościowy;
3) Przepisy prawne i kształt systemów zbiórki i zagospodarowania odpadów polimerowych w Polsce, z uwzględnieniem prawodawstwa Unii Europejskiej;
4) Bilans oddziaływania tworzyw sztucznych na środowisko naturalne – kryteria/czynniki uwzględniane w jego tworzeniu. Materiały polimerowe jako źródło obciążeń środowiska naturalnego na tle innych grup materiałów stosowanych przez człowieka. Life Cycle Assessment w odniesieniu do materiałów polimerowych;
5) Minimalizacja odpadów poprzez odpowiednie zaprojektowanie materiału (zasady maksymalnego wykorzystania materiału) w odniesieniu do materiałów polimerowych. Odpady pierwotne (poprodukcyjne) i poużytkowe;
6) Klasyfikacja metod pozwalających na zagospodarowanie odpadów tworzyw sztucznych. Metody recyklingu oraz odzysku energii;
7) Składowanie odpadów polimerowych na wysypiskach – ograniczenia prawne, oraz koszty społeczne i ekonomiczne;
8) Odzysk energii jako metoda ekonomicznego zagospodarowania odpadów polimerowych. Pojęcie wartości opałowej surowca i jej wartości dla podstawowych grup polimerów wielkotonażowych oraz bazujących na nich kompozytów. Problem właściwości produktów spalania tworzyw sztucznych i ich toksyczności. Przykłady urządzeń i technologii stosowanych przy odzysku energii z odpadów polimerowych.
9) Zasady odpowiedzialnej zbiórki i selekcji odpadów polimerowych, z punktu widzenia wybranych metod ich recyklingu;
10) Powtórne przetwórstwo materiałów polimerowych (recykling materiałowy) – zalety, ograniczenia i wymagania dotyczące jakości surowca. Przygotowanie odpadów polimerowych do powtórnego przetwórstwa, w tym sortowanie mechaniczne, elektrostatyczne, pneumatyczne i selekcja za pomocą czujników. Obróbka chemiczna w ponownym przetwórstwie materiałów polimerowych. Przykłady zastosowań recyklingu materiałowego w odniesieniu do podstawowych grup/typów materiałów polimerowych, w tym blend i kompozytów polimerowych;
11) Recykling chemiczny – odpady polimerowe jako źródło paliw, monomerów i innych surowców przemysłu chemicznego. Metody destruktywne (piroliza, zgazowanie, uwodornienie, hydroliza, solwoliza, aminoliza itp.) i konstruktywne (przetwórstwo reaktywne, polimeryzacja SSP odpadów polimerów kondensacyjnych): podstawowe wymogi oraz ograniczenia dotyczące surowców i warunków procesowych, rozwiązania techniczne i przykłady opracowanych lub wdrożonych technologii, ze szczególnym uwzględnieniem krajowego przemysłu chemicznego. Odpady polimerowe jako surowiec;
12) Podstawowe metody recyklingu termoplastów i ich kompozytów;
13) Podstawowe metody recyklingu tworzyw polimerowych termo- i chemoutwardzalnych (duroplastów) oraz ich kompozytów;
14) Polepszenie ekobilansu tworzyw sztucznych poprzez wykorzystanie polimerów biodegradowalnych i z surowców odnawialnych;
15) Realizacja idei gospodarki o obiegu zamkniętym w odniesieniu do materiałów polimerowych.
Część warsztatowa/studyjna przedmiotu (ok. 15h) obejmować będzie zapoznanie się studentów z praktyczną stroną realizacji wybranych przykładów omawianych technologii recyklingu/zagospodarowania odpadów tworzyw sztucznych (np. recyklingiem materiałowym, konstruktywnym recyklingiem poliestrów z zastosowaniem metody SSP, odzyskiem energii z odpadów tworzyw sztucznych). W jej trakcie, studentom przybliżone zostaną szczegółowe rozwiązania techniczne stosowane przez wybrane firmy z otoczenia gospodarczego Uczelni w celu utylizacji odpadów polimerowych.

**Metody oceny:**

Ocena końcowa z przedmiotu będzie średnią ważoną arytmetyczną ocen cząstkowych z:
a) pisemnego egzaminu testowego (waga 0,7),
b) sprawozdań z warsztatów terenowych/wizyt studyjnych (waga 0,3)
Minimalna wartość oceny cząstkowej z egzaminu pisemnego i/lub sprawozdania z warsztatów terenowych/wizyt studyjnych wynosi 3,0 – uzyskanie niższej oceny cząstkowej skutkować będzie koniecznością jej poprawy.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1) „Recykling materiałów polimerowych” praca zbiorowa pod redakcją A.K. Błędzkiego, WNT, Warszawa 1997;
2) „Recykling tworzyw sztucznych w Europie” praca zbiorowa pod redakcją M. Kozłowskiego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2006;
3) „Odzysk i recykling materiałów polimerowych”, praca zbiorowa pod redakcją J. Kijeńskiego, A.K. Błędzkiego, R. Jeziórskiej, PWN, Warszawa 2011;
4) „Recycling of Polymers” praca zbiorowa pod redakcją R. Francisa, Wiley-VCH, Weinheim 2017;
5) „POLYMER BLENDS HANDBOOK, Vol. 1” praca zbiorowa pod redakcją L.A. Utrackiego, rozdział 16: „Role of Polymer Blends’ Technology in Polymer Recycling”, L.A. Utracki, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 2002.

**Witryna www przedmiotu:**

ch.pw.edu.pl

**Uwagi:**

Po ukończeniu kursu student powinien:
1) znać podstawowe (główne) metody recyklingu materiałowego i chemicznego (surowcowego) oraz odzysku energii z odpadów polimerowych, ze szczególnym uwzględnieniem ich podstaw chemicznych i fizykochemicznych.
2) posiadać wiedzę na temat procesów chemicznych, w tym ich mechanizmów, wykorzystywanych przy przetwarzaniu odpadów polimerowych w energię lub surowce dla przemysłu chemicznego;
3) znać podstawowe rozwiązania techniczne, urządzenia i operacje jednostkowe stosowane w różnych technologiach recyklingu oraz odzysku energii z materiałów polimerowych;
4) potrafić przedstawić podstawowe informacje na temat kształtu systemu zagospodarowania odpadów polimerowych w Polsce oraz dotyczącego go prawodawstwa;
5) potrafić dokonać całościowej oceny obciążenia środowiska przez materiały polimerowe w ramach bilansu ekologicznego związanego z ich produkcją, stosowaniem i zagospodarowaniem powstających odpadów;

## Charakterystyki przedmiotowe