

Nazwa w jęz. angielskim: Polymeric materials - from lab to simulation

Nazwa w języku polskim: Materiały polimerowe - od laboratorium do symulacji

Dane dotyczące zajęć:

Information on course:

Jednostka oferująca: Wydział Mechaniczny Technologiczny // dr inż. Sara Sarraj, dr inż. Sebastian Sławski

Course offered by: Faculty of Mechanical Engineering // dr inż. Sara Sarraj, dr inż. Sebastian Sławski

Język wykładowy:
angielski
Language:
English
Strona WWW: Course homepage:
https://platforma.polsl.pl/rmt/
Skrócony opis:
W trakcie zajęć studenci zapoznają się z podstawowymi właściwościami fizykochemicznymi polimerów, wybranymi technologiami ich kształtowania (takimi jak odlewanie grawitacyjne czy formowanie wtryskowe), a także metodami modyfikacji materiałów poprzez dodatki. Część doświadczalna obejmuje wykonanie próbek oraz przeprowadzenie wybranych badań mechanicznych i analizę wyników. Ponadto studenci zostaną zapoznani z podstawowymi informacjami związanymi z przeprowadzaniem analiz strukturalnych z wykorzystaniem metody elementów skończonych w jednym z komercyjnie dostępnych pakietów oprogramowania. W ramach realizowanych zajęć studenci zdobędą podstawowe umiejętności związane z przygotowywaniem geometrii do analizy numerycznej, dyskretyzacją modeli, doбором podstawowych modeli materiałowych oraz sposobem definiowania ich parametrów na podstawie wyników badań eksperymentalnych. Umiejętności zdobyte przez studentów pozwolą im w przyszłości na samodzielne wykonywanie prostych analiz numerycznych.
Short description:
During the course, students will become familiar with the basic physicochemical properties of polymers, selected processing technologies (such as gravity casting and injection molding), and methods for modifying materials using additives. The experimental part includes sample preparation, selected mechanical testing, and analysis of experimental results. In addition, students will be introduced to the basic information related to conducting structural analyses using the finite element method in one of the commercially available software packages. During the classes, students will acquire basic skills related to: preparing geometry for numerical analysis, model discretization, selection of basic material models, and how to define their parameters based on experimental results. The skills acquired by students will enable them to perform simple numerical analyses (with use of FEM) in the future.
Opis:
Przedmiot podzielony jest na dwie główne części: eksperymentalną oraz symulacyjną. Część eksperymentalna koncentruje się na kluczowych technikach przetwórstwa polimerów oraz ocenie ich właściwości mechanicznych. Studenci zapoznają się z podstawowymi metodami wytwarzania, takimi jak formowanie wtryskowe, wytłaczanie, termoformowanie oraz odlewanie grawitacyjne. Techniki te zostaną omówione pod kątem zasad działania, parametrów procesowych oraz ich znaczenia dla zastosowań przemysłowych, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu przetwarzania na strukturę i właściwości materiałów. Następnie studenci przeprowadzą serię badań mechanicznych na przygotowanych próbkach. W zakres tych badań wchodzi: statyczna próba rozciągania, badania twardości i sprężystości materiałów elastycznych, statyczna próba zginania oraz oznaczanie udarności metodą Charpy'ego. Celem tej części przedmiotu jest zdobycie praktycznej wiedzy i umiejętności z zakresu przetwórstwa oraz mechanicznej charakterystyki polimerów, a także zrozumienie zależności pomiędzy technologią wytwarzania a właściwościami końcowymi materiałów. W trakcie zajęć związanych z analizami numerycznymi studenci zostaną zapoznani z podstawami metody elementów skończonych oraz możliwościami jej zastosowania w analizie komponentów wykonanych z materiałów polimerowych. Zajęcia przeprowadzane będą z wykorzystaniem komercyjnie dostępnego pakietu

oprogramowania. W trakcie realizacji zajęć laboratoryjnych studenci zdobędą umiejętności związane z przygotowaniem geometrii modelu do analizy numerycznej; dyskretyzacją opracowanego modelu, a w tym z globalnymi oraz lokalnymi sposobami modyfikacji siatki elementów skończonych; podstawowymi modelami materiałowymi wykorzystywanymi w analizach strukturalnych oraz sposobem definiowania ich parametrów na podstawie wyników z przeprowadzonych wcześniej badań doświadczalnych; przeprowadzaniem analiz strukturalnych typu implicit oraz explicit. Zdobyte informacje na temat założeń stosowanych w analizach numerycznych oraz różnic pomiędzy modelami materiałowymi oraz typami analiz pozwolą studentom na prawidłową interpretację uzyskiwanych wyników. Umiejętności zdobyte przez studentów pozwolą im w przyszłości na samodzielne wykonywanie prostych analiz numerycznych oraz analizę uzyskanych wyników w zależności od zastosowanych modeli materiałowych oraz warunków brzegowych.

Laboratorium:

- **stacjonarne: 30 h**

Łącznie: 30h

Liczba punktów ECTS: 2

Description:

The course is divided into two main parts: an experimental section and a simulation-based section. The experimental part focuses on key polymer processing techniques and the evaluation of mechanical properties of polymer materials. Students will be introduced to fundamental manufacturing methods such as injection molding, extrusion, thermoforming, and gravity casting. These techniques will be examined in terms of their principles, process parameters, and relevance to industrial applications, with an emphasis on understanding how processing influences material structure and performance.

After the processing phase, students will conduct a series of mechanical tests on the produced samples. These include static tensile testing for stress and strain analysis, hardness and resilience testing of elastic materials, static bending tests, and impact strength determination using the Charpy method. The goal of this section is to provide practical insight into polymer processing and mechanical characterization, equipping students with both technical skills and an understanding of the interdependence between manufacturing techniques and material properties.

During classes related to numerical analysis, students will be familiarized with the basics of the finite element method and the possibilities of its application in the analysis of components made of polymeric materials. Classes will be conducted using a commercially available software package. During laboratory classes, students will acquire skills related to preparing model geometry for numerical analysis; discretization of the developed model, including global and local methods of modifying the finite element mesh; basic material models used in structural analyses and the method of defining their parameters based on the results obtained from previously conducted experimental tests; conducting implicit and explicit structural analyses. The information acquired about the assumptions used in numerical analyses and the differences between material models and types of analyses will allow students to correctly interpret the obtained results. The skills acquired by students will enable them in the future to perform simple numerical analyses and analyze the obtained results depending on the used material models and boundary conditions.

Laboratory:

- **full-time studies: 30h**

In total: 30h

Number of ECTS credits: 2

Literatura:

1. Harper Ch.A., Handbook of Plastic Processes, John Wiley & Sons, Inc. 2006
2. Scott G., Polymers and the Environment, Royal Society of Chemistry, 1999
3. Baumann H., Tillman A.M., The Hitch Hiker's Guide to LCA: An Orientation in Life Cycle Assessment. Methodology and Applications, Studentlitteratur AB; (2004), ISBN-10: 9144023642
4. Azapagic A., Emsley A., Hamerton I., Polymers: The Environment and Sustainable Development, John Wiley and Sons, 2007
5. Emblem A. and H., Packaging technology. Fundamentals, materials and processes. Woodhead Publishing, Limited, Cambridge UK, 2012
6. Olek C. Zienkiewicz, Robert L. Taylor, The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals, Wiley, 2000

7. Daryl L. Logan, A First Course in the Finite Element Method, Cengage Learning, 2011
8. Gadala M., Finite Elements for Engineers with Ansys Applications, Cambridge: Cambridge University Press, 2020.
9. Madenci E., Guven I., The Finite Element Method and Applications in Engineering Using Ansys, Springer, 2015.
10. Normy ISO:
 - a. ISO 178 — Tworzywa sztuczne — Oznaczanie właściwości przy zginaniu
 - b. ISO 179 — Tworzywa sztuczne — Oznaczanie udarności metodą Charpy'ego
 - c. ISO 527 — Tworzywa sztuczne — Oznaczanie właściwości przy rozciąganiu
 - d. ISO 604 — Tworzywa sztuczne — Oznaczanie właściwości przy ściskaniu
 - e. ISO 4662 — Kauczuk wulkanizowany lub termoplastyczny — Oznaczanie sprężystości odbicia
 - f. ISO 48-4 — Kauczuk wulkanizowany lub termoplastyczny — Oznaczanie twardości — Część 4: Twardość wgłębna metodą durometru (twardość Shore'a)

Bibliography:

1. Harper Ch.A., Handbook of Plastic Processes, John Wiley & Sons, Inc. 2006
2. Scott G., Polymers and the Environment, Royal Society of Chemistry, 1999
3. Baumann H., Tillman A.M., The Hitch Hiker's Guide to LCA: An Orientation in Life Cycle Assessment. Methodology and Applications, Studentlitteratur AB; (2004), ISBN-10: 9144023642
4. Azapagic A., Emsley A., Hamerton I., Polymers: The Environment and Sustainable Development, John Wiley and Sons, 2007
5. Emblem A. and H., Packaging technology. Fundamentals, materials and processes. Woodhead Publishing, Limited, Cambridge UK, 2012
6. Olek C. Zienkiewicz, Robert L. Taylor, The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals, Wiley, 2000
7. Daryl L. Logan, A First Course in the Finite Element Method, Cengage Learning, 2011
8. Gadala M., Finite Elements for Engineers with Ansys Applications, Cambridge: Cambridge University Press, 2020.
9. Madenci E., Guven I., The Finite Element Method and Applications in Engineering Using Ansys, Springer, 2015.
10. ISO standards:
 - a. ISO 178 — Plastics — Determination of flexural properties
 - b. ISO 179 — Plastics — Determination of Charpy impact properties
 - c. ISO 527 — Plastics — Determination of tensile properties
 - d. ISO 604 — Plastics — Determination of compressive properties
 - e. ISO 4662 — Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of rebound resilience
 - f. ISO 48-4 — Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of hardness — Part 4: Indentation hardness by durometer method (Shore hardness)

Efekty uczenia się:

Wiedza - student zna i rozumie:

K1A_W1

Zaawansowane zagadnienia z zakresu matematyki oraz nauk inżyniersko-technicznych, niezbędne do formułowania i rozwiązywania złożonych problemów inżynierskich związanych z analizą właściwości i zachowania materiałów polimerowych oraz ich modelowaniem numerycznym.

K1A_W6

Problematykę mechaniki materiałów, projektowania oraz doboru materiałów polimerowych o odpowiednich właściwościach mechanicznych, a także stosowanie symulacji komputerowych (m.in. metod elementów skończonych) do analizy wytrzymałości i zachowania tych materiałów w warunkach eksploatacyjnych.

Umiejętności - student potrafi:

K1A_U1

Identyfikować, formułować i rozwiązywać złożone oraz nietypowe problemy inżynierskie związane z doбором i zastosowaniem materiałów polimerowych, analizą ich właściwości mechanicznych oraz modelowaniem numerycznym, wykorzystując zasady inżynierii, wiedzę naukową i narzędzia matematyczne, a także działać w warunkach nie w pełni przewidywalnych.

K1A_U2

Planować i przeprowadzać eksperymenty laboratoryjne oraz symulacje komputerowe dotyczące zachowania materiałów polimerowych, interpretować uzyskane wyniki oraz wyciągać na ich podstawie wnioski dotyczące właściwości i zastosowań tych materiałów.

K1A_U3

Przy identyfikacji i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich związanych z wytrzymałością mechaniczną i przetwórstwem materiałów polimerowych wykorzystywać metody analityczne, symulacyjne (w tym metody elementów skończonych) oraz eksperymentalne. Dokonywać krytycznej analizy funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych w zakresie materiałów polimerowych i ich zastosowań oraz oceniać ich efektywność i ograniczenia.

Kompetencje społeczne - student jest gotów do:

K1A_K1

Krytycznej oceny posiadanej wiedzy z zakresu właściwości, doboru i analizy materiałów polimerowych, rozumienia znaczenia wiedzy teoretycznej i eksperymentalnej w rozwiązywaniu praktycznych problemów inżynierskich oraz korzystania z opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem zagadnień technicznych.

Learning outcomes:

Knowledge – student knows and understands:

K1A_W1

Advanced issues in mathematics and engineering and technical sciences necessary for formulating and solving complex engineering problems related to the analysis of properties and behavior of polymeric materials, as well as their numerical modeling.

K1A_W6

Topics related to the mechanics of materials, design, and selection of polymeric materials with appropriate mechanical properties, as well as the use of computer simulations (including finite element methods) for analyzing the strength and behavior of these materials under operating conditions.

Skills – student is able to:

K1A_U1

Identify, formulate, and solve complex and non-standard engineering problems related to the selection and application of polymeric materials, analysis of their mechanical properties, and numerical modeling, using engineering principles, scientific knowledge, and mathematical tools, including in partially unpredictable conditions.

K1A_U2

Plan and conduct laboratory experiments and computer simulations concerning the behavior of polymeric materials, interpret the obtained results, and draw conclusions regarding the properties and potential applications of these materials.

K1A_U3

Use analytical, simulation (including finite element methods), and experimental methods to identify and formulate engineering tasks related to the mechanical strength and processing of polymeric materials. Critically analyze the performance of existing technical solutions in the area of polymer applications and assess their effectiveness and limitations.

Social competences – student is prepared to:

K1A_K1

Critically evaluate their own knowledge in the field of polymer material properties, selection, and analysis; recognize the importance of theoretical and experimental knowledge in solving practical engineering problems; and seek expert opinions in case of difficulties in independently resolving technical challenges.

Metody i kryteria oceniania:

Zaliczenie przedmiotu odbywa się na podstawie sprawozdań opracowanych z przebiegu ćwiczeń laboratoryjnych lub zgodnie z wytycznymi prowadzącego. Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie pozytywnej oceny z wszystkich sprawozdań.

Ocena końcowa (O_k) jest wyliczana jako średnia ważona według wzoru:

$$O_k = 0,55 \times E + 0,45 \times S$$

gdzie:

E – ocena ze sprawozdania z części eksperymentalnej,

S – ocena ze sprawozdania z analiz numerycznych.

Kryterium zaliczenia:

0-50% – ndst

51-60% – dost.

61-70% – dost. plus

71-80% – dobry

81-90% – plus dobry

91-100% – bdb

Assessment methods and assessment criteria:

Cours assessment is based on reports prepared from the course of laboratory exercises or according to the instructor's guidelines. The condition for passing the course is to obtain a positive grade on all reports.

The final grade (F_g) is calculated as a weighted average according to the formula:

$$F_g = 0.55 \times E + 0.45 \times S$$

where:

E – grade from the experimental part report,

S – grade from the numerical analysis part report.

Grading criteria:

0-50% – fail

51-60% – pass

61-70% – pass plus

71-80% – good

81-90% – good plus

91-100% – very good

Przynależność do grup przedmiotów w cyklach:

Element of course groups in various terms:

Opis grupy przedmiotów Course group description	Cykl pocz. First term	Cykl kon. Last term
przedmioty obieralne studia stacjonarne stopień studiów – dowolny kierunek studiów – dowolny, semestr dowolny elective courses full-time degree - any field of study - any semester - any	2024/2025	