

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2016/2017

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria Materiałowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: P

Stopień studiów: I

Specjalności: Inżynieria spajania materiałów, Materiały konstrukcyjne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Komputerowe wspomaganie projektowania materiałów
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Computer - Aided Design of Materials
KOD PRZEDMIOTU	P204
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	6

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
6	30	0	0	15	15	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie się z projektowaniem materiałów, zdobycie umiejętności modelowania materiałów przy zastosowaniu systemów komputerowych

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Zaliczone przedmioty: Struktura materiałów sem. 1, Podstawy mechaniki sem. 1, Zjawiska strukturalne w materiałach sem. 2 i 3, Wytrzymałość materiałów sem. 3.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student posiada podstawową wiedzę w zakresie projektowania nowoczesnych materiałów.

**EK2 Wiedza** Student posiada podstawową wiedzę na temat materiałów wielofazowych takich jak kompozyty.

**EK3 Umiejętności** Student potrafi przy wykorzystaniu komercyjnych pakietów MES dokonać obliczeń wytrzymałościowych konstrukcji z uwzględnieniem zaawansowanych zjawisk związanych z degradacją własności fizycznych pod wpływem obciążenia

**EK4 Umiejętności** Student potrafi dokonać optymalizacji struktury wewnętrznej materiału tak aby projektowany materiał w posiadał możliwie najlepsze własności fizyczne, mechaniczne i etc.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
K1	Na zajęciach laboratoryjnych studenci rozwiązują indywidualnie następujące zadania dotyczące wykorzystania MES: 1.Zadanie pierwsze dotyczy modelowania płaskiego elementu konstrukcyjnego, wykonanego z materiału kompozytowego (laminatu) o strukturze symetrycznej względem powierzchni środkowej. Zadanie to obejmuje wygenerowanie geometrii części oraz siatki MES w systemie ANSYS 12.1, zdefiniowanie podparcia oraz obciążenia. Następnie, studenci lokalizują strefy koncentracji naprężenia oraz numer warstwy, która najszybciej ulega uszkodzeniu, wykonują test zbieżności oraz określają wartość dopuszczalnego obciążenia (10 godz.). 2.Zadanie drugie dotyczy numerycznej homogenizacji własności fizycznych materiałów kompozytowych o strukturze periodycznej. Studenci w systemie ANSYS 21.1 generują płaską komórkę reprezentatywną a następnie wyznaczają uśrednioną wartość współczynnika przewodzenia ciepła. (5 godz.) Jako pomoce naukowe przy realizacji omówionych powyżej zadań, studenci otrzymują odpowiednio przygotowane szczegółowe instrukcje.	15

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	<p>Wykład, część I (15 godz.) Istota projektowania materiałowego. Dobór i projektowanie własności materiałów inżynierskich (1). Podstawy komputerowego wspomaganie projektowania materiałów: CMS (Computer Material Science), CAMD (Computer Aided Material Design), CAMS (Computer Aided Material Selection) Bazy danych. Znaczenie wyników modelowania za pomocą metody elementów skończonych (MES) zachowania się materiałów w trakcie ich przetwarzania oraz w warunkach rzeczywistych obciążeń. Rola badań doświadczalnych i wykorzystanie doświadczalnych funkcji obiektów badań. Zastosowanie sieci neuronowych (4). Dane wyjściowe w projektowaniu materiałowym. Przeznaczenie i warunki eksploatacji elementów wykonanych z danego materiału (2). Etapy projektowania materiałowego: identyfikacja rodzaju i dobór składu chemicznego materiału, opracowanie technologii wytworzenia i przetwórstwa nowego materiału lub technologii przetwórstwa materiału istniejącego, opracowanie lub dobór metody recyklingu (4). Przykłady klasycznych zadań projektowania materiałowego (4). Wykład, część II (15 godz.) Wprowadzenie do metody elementów skończonych (MES). Etapy formułowania i rozwiązywania problemów inżynierskich za pomocą MES. Metoda bezpośrednia. Podstawowe modele i rodzaje analizy MES: model prętowy, belkowy, płaski, powłokowy oraz bryłowy (4). Ogólne sformułowanie problemu brzegowego liniowej teorii sprężystości (2). Metody przybliżone - pojęcie aproksymacji oraz interpolacji. Pojęcie elementu skończonego oraz funkcji kształtu. Podstawowe typy elementów skończonych: simpleks, kompleks oraz multipleks (4). Zasada najmniejszego działania. Ogólne sformułowanie MES oparte na zasadzie minimum energii potencjalnej. Przykłady obliczeniowe. Badanie zbieżności rozwiązania MES. Osobliwości. Numeryczne całkowanie - punkty całkowania Gaussa (4). Rozwiązywanie problemów nieliniowych - metoda przyrostowa, Runge - Kutty oraz Newtona - Raphsona. Kryteria zbieżności rozwiązania nieliniowego (2). Informacje na temat komercyjnego oprogramowania (np. Abaqus, Ansys) (1) Modelowanie za pomocą MES materiałów o własnościach anizotropowych a w szczególności wielowarstwowych materiałów kompozytowych (2).</p>	30

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	<p>W ramach projektów studenci wykonują zadania indywidualne lub w kilkuosobowych zespołach. Tematyka projektów obejmuje: 1. Prognozowanie własności mechanicznych i/lub technologicznych stali na podstawie składu chemicznego i warunków obróbki cieplnej (indywidualne tematy do realizacji przez kilkuosobowe zespoły studentów). Zakres prac obejmuje wyznaczanie doświadczalnych funkcji obiektów badań z wykorzystaniem własnych (stworzonych przez pracowników Instytutu) baz danych oraz graficzną prezentację wyników. Zalecane jest wykorzystanie programu Statistica (7 godz.). 2. Projektowanie własności spieków z proszków metali przeznaczonych do pracy w różnych warunkach obciążeń. Każdy student wykorzystując dostarczone przez wykładowcę materiały pomocnicze oraz własne bazy danych wykonuje dwa zadania indywidualne, których tematyka dotyczy wybranych spośród wymienionych w dalszym ciągu zagadnień: - wyznaczanie maksymalnej dopuszczalnej porowatości danego gatunku spieku pracującego w warunkach wybranego stanu naprężenia (np. jednoosiowego ściskania lub rozciągania, osiowej symetrii, płaskiego stanu odkształcenia, czystego ścinania, ciśnienia hydrostatycznego), - dobór gatunku spieku o danej porowatości do pracy w zadanych warunkach obciążenia, - dobór warunków odkształcania na zimno danego spieku w celu osiągnięcia zadanej porowatości i stopnia wzmocnienia osnowy, - obliczanie naprężeń, odkształceń, sił, pracy właściwej i całkowitej podczas kształtowania plastycznego spieków (przy zadanych jednorodnych stanach naprężenia i odkształcenia). Studenci wykonują niezbędne obliczenia i przedstawiają ich wyniki, także w formie graficznej. Zalecane jest wykorzystanie programów matematycznych np. Mathematica lub Mathcad (8 godz.).</p>	15

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Laboratorium komputerowe

N3 Projekt

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	5
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	20
Opracowanie wyników	20
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>120</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekty indywidualne

F2 Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	oddanie i zaliczenie na ocenę co najmniej 3,0 wszystkich zadań indywidualnych zleconych przez prowadzącego i wykonanych samodzielnie w ramach projektów i laboratoriów.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-

NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	j.w.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	j.w.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	j.w.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1		Cel 1	K1 W1 P1	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK2		Cel 1	K1 W1 P1	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK3		Cel 1	K1 W1 P1	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK4		Cel 1	K1 W1 P1	N1 N2 N3	F1 F2 P1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] Muc A. — *Mechanika kompozytów włóknistych.*, Kraków, 2003, Księgarnia Akademicka
- [2 ] Muc A. — *Optymalizacja struktur kompozytowych i procesów technologicznych ich wytwarzania.*, Kraków, 2005, Księgarnia Akademicka
- [3 ] Blicharski M. — *Wstęp do inżynierii materiałowej*, Warszawa, 2001, WNT

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] Zienkiewicz O.C. — *Metoda elementów skończonych.*, Warszawa, 1972, Arkady
- [2 ] Paleczek W. — *Mathcad 2001 Professional.*, Warszawa, 2003, EXIT
- [3 ] Okoński S. — *Podstawy plastycznego kształtowania materiałów spiekanych z proszków metali*, Kraków, 1993, Politechnika Krakowska
- [4 ] - — *Charakterystyki materiałowe kształtowanych plastycznie spieków metali. Projekt KBN nr 7 T 08 D00910/1996*, Kraków, 1996, Politechnika Krakowska
- [5 ] Ryś J. — *Stereologia materiałów*, Kraków, 1995, Fotobit Design
- [6 ] Miernik M. — *Skrawalność metali. Metody określania i prognozowania*, Wrocław, 2000, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Aleksander Muc (kontakt: o1ekmuc@mech.pk.edu.pl)

**OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT**

- 1 dr hab. inż. Marek Barski (kontakt: mbar@mech.pk.edu.pl)
- 2 dr hab. inż. Stanisław Pytel (kontakt: pytel@mech.pk.edu.pl)
- 3 prof. dr hab. inż. Stanisław Okoński (kontakt: okonski@mech.pk.edu.pl)
- 4 dr inż. Krzysztof Zarębski (kontakt: kazar@mech.pk.edu.pl)
- 5 dr inż. Andrzej Sułkowski (kontakt: andrzej.sulkowski@mech.pk.edu.pl)
- 6 dr inż. Rafał Bogucki (kontakt: rbogucki@mech.pk.edu.pl)

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....

.....

.....

.....