



SZKOŁA DOKTORSKA IPPT PAN

KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ IPPT PAN

Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Wielofunkcyjne materiały aktywne: stopy z pamięcią kształtu, polimery, kompozyty i innowacyjny stop Ti bez Ni o nazwie Gum Metal - badane różnymi technikami				
	w j. angielskim	Multifunctional active materials: Shape Memory Alloys, Polymers, Composites and innovative Ti Ni-free alloy named Gum Metal studied by various techniques				
Rodzaj zajęć	Wykład wprowadzający					
Kierownik przedmiotu	Prof. dr hab. Elżbieta Pieczyska	Prowadzący zajęcia	Prof. dr hab. Elżbieta Pieczyska			
Jednostka realizująca	ZMD	Dyscyplina/y naukowa/e	Inżynieria mechaniczna/Inżynieria materiałowa			
Poziom kształcenia	Dla doktorantów	Semestr studiów	letni lub zimowy			
Język zajęć	Polski lub Angielski					
Forma zaliczenia	Egzamin	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	20	Sumaryczna liczba ECTS	3	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	2	0	0	0	0
	łącznie w semestrze	20	0	0	0	0

1. Wymagania wstępne

Podstawowa wiedza z zakresu inteligentnych materiałów wielofunkcyjnych, w szczególności stopów z pamięcią kształtu (SMA), wysokoelastycznych stopów Ti, a także polimerów z pamięcią kształtu (SMP). Ponadto podstawy druku 3D, mechaniki doświadczalnej i sprzężeń termomechanicznych.

2. Cele przedmiotu

Celem kursu jest zapoznanie studentów z różnymi rodzajami inteligentnych materiałów wielofunkcyjnych, które potrafią dostosować swoje właściwości do zmiany czynnika zewnętrznego, a z kolei ta zmiana może być zastosowana jako czynnik stymulujący. Materiały te potrafią łączyć właściwości czujnika i siłownika, zapewniając miniaturyzację, tak istotną w zastosowaniach medycznych, kosmicznych czy mechatronice. Do tych materiałów należą stopy z pamięcią kształtu (SMA), polimery z pamięcią kształtu (SMP), kompozyty (SMC) i innowacyjne stopy tytanu, łączące wysoką wytrzymałość i sprężystość, nazwane Gumo Metalami. Przedstawione zostaną także podstawowy mechaniki doświadczalnej, druku 3D oraz sprzężeń termomechanicznych.

3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

Wykład

1. Wprowadzenie do mechaniki doświadczalnej
2. Co rozumiemy przez sprzężenia termomechaniczne?
3. Dlaczego kamera termowizyjna jest tak użyteczna w badaniach nowych wielofunkcyjnych materiałów?
4. Wprowadzenie do materiałów z pamięcią kształtu: stopów z pamięcią kształtu SMA, polimerów z pamięcią kształtu SMP oraz kompozytów SMC
5. Zastosowanie SMA, SMP i SMC w przemyśle inżynierskim, tekstylnym i biomedycznym
6. Badania doświadczalne SMA, SMP oraz wprowadzenie do druku 3D
7. Właściwości termomechaniczne TiNi SMA w procesie różnych rodzajów obciążania
8. Wprowadzenie do termodynamiki martenzytycznej przemiany fazowej wprost i odwrotnej w TiNi SMA
9. Przedstawienie unikalnych właściwości mechanicznych i strukturalnych stopu Ti β - Gumo Metalu
10. Właściwości Gumo metalu badane metodą cyfrowej korelacji obrazów DIC oraz badań podczerwieni IRT

4. Efekty uczenia się			
Numer efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się zgodnie z 8. PRK	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
Wiedza			
1	Absolwent nabywa podstawową wiedzę z zakresu mechaniki eksperymentalnej, technik podczerwieni i sprzężeń termomechanicznych.	P8S_WG	Prace domowe/egzamin
2	Absolwent nabywa podstawową wiedzę o różnych rodzajach materiałów z pamięcią kształtu oraz metodach ich charakteryzacji.	P8S_WG	Prace domowe/egzamin
3	Absolwent potrafi wykorzystać zdobytą wiedzę w swojej dziedzinie badawczej i właściwie upowszechnić uzyskane wyniki.	P8S_WK	Ocena aktywności w trakcie zajęć
Umiejętności			
1	Absolwent potrafi przeanalizować odpowiedź termomechaniczną materiału z pamięcią kształtu	P8S_UW	Prace domowe/egzamin
2	Absolwent potrafi dobrać odpowiednie warunki badań i dokonać analizy zachowania się materiału dla zakresu odkształcenia i warunków termomechanicznych.	P8S_UW	Prace domowe/egzamin
3	Absolwent potrafi ocenić poprawność i zakres stosowalności analizy termiczno-mechanicznej	P8S_UW	Prace domowe/egzamin / Ocena aktywności w trakcie zajęć
4	Absolwent potrafi wykorzystać zdobytą wiedzę w środowisku przemysłowym i upowszechnić wyniki swoich badań.	P8S_UW	Ocena aktywności w trakcie zajęć
Komunikowanie się			
1	Absolwent potrafi w jasny i rygorystyczny sposób komunikować swoje wyniki w międzynarodowym środowisku naukowym	P8S_UK	Egzamin/ Ocena aktywności w trakcie zajęć
Kompetencje społeczne			
1	Absolwent jest gotowy do myślenia i działania w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	P8S_KO	Ocena aktywności w trakcie zajęć
2	Absolwent jest gotowy do krytycznej oceny osiągnięć reprezentowanej dyscypliny naukowej, z uwzględnieniem istniejącej literatury oraz wskazania własnego wkładu w rozwój tej dyscypliny	P8S_KK	Ocena aktywności w trakcie zajęć

* dozwolone sposoby weryfikacji efektów uczenia się: egzamin; egzamin ustny; kolokwium pisemne; kolokwium ustne; ocena projektu; ocena sprawozdania; ocena raportu; ocena prezentacji; ocena aktywności w trakcie zajęć; prace domowe; test

5. Kryteria oceny

Aktywność w trakcie zajęć, prace domowe, wynik egzaminu ustnego

6. Literatura

Literatura podstawowa:

- [1]
- [2]

Literatura uzupełniająca:

- [1] [Pieczyska E.A.](#), [Gadaj S.P.](#), [Nowacki W.K.](#), [Tobushi H.](#), *Phase-transformation fronts evolution for strain- and stress- controlled tension tests in TiNi Shape Memory Alloy*, EXPERIMENTAL MECHANICS, ISSN: [0014-4851](#), Vol.46, pp.531-542, **2006**
- [2] [Pieczyska E.A.](#), [Tobushi H.](#), [Kulasiński K.](#), *Development of transformation bands in TiNi SMA for various stress and strain rates studied by a fast and sensitive infrared camera*, SMART MATERIALS AND STRUCTURES, ISSN: [0964-1726](#), Vol.22, No.3, pp.035007-1-8, **2013**
- [3] [Pieczyska E.A.](#), [Maj M.](#), [Kowalczyk-Gajewska K.](#), [Staszczak M.](#), [Urbański L.](#), [Tobushi H.](#), [Hayashi S.](#), [Cristea M.](#), *Mechanical and Infrared Thermography Analysis of Shape Memory Polyurethane*, Journal of Materials Engineering and Performance, ISSN: [1059-9495](#), Vol.23, No.7, pp.2553-2560, **2014**
- [4] [Pieczyska E.A.](#), [Staszczak M.](#), [Kowalczyk-Gajewska K.](#), [Maj M.](#), [Golasiński K.M.](#), [Golba S.](#), [Tobushi H.](#), [Hayashi S.](#), *Experimental and numerical investigation of yielding phenomena in a shape memory polymer subjected to cyclic tension at various strain rates*, POLYMER TESTING, ISSN: [0142-9418](#), Vol.60, pp.333-342, **2017**
- [5] [Pieczyska E.A.](#), [Maj M.](#), [Golasiński K.M.](#), [Staszczak M.](#), [Furuta T.](#), [Kuramoto S.](#), *Thermomechanical Studies of Yielding and Strain Localization Phenomena of Gum Metal under Tension*, Materials, ISSN: [1996-1944](#), DOI: [10.3390/ma11040567](#), Vol.11, No.567, pp.1-13, **2018**
- [6] [Pieczyska E.A.](#), [Maj M.](#), [Staszczak M.](#), [Świec P.](#), [Furuta T.](#), [Kuramoto S.](#), *Investigation of strain rate sensitivity of gum metal under tension using digital image correlation*, ARCHIVES OF CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERING, ISSN: [1644-9665](#), Vol.20, No.2, pp.53-1-14, **2020**

7. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się**

Lp.	Opis	Liczba godzin
1	godziny kontaktowe z wykładowcą wynikające z planu	20
2	Godziny kontaktowe z wykładowcą w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	15
3	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	35
4	godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	30
Sumaryczny nakład pracy studenta		100
Liczba punktów ECTS		3

** 1 ECTS pracy = 25÷30 godzin nakładu pracy studenta (np. 2 ECTS ≈ 60 godzin; 4 ECTS ≈ 110 godzin)