

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Współczesne materiały inżynierskie				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	RMBM-2-205-TL-s	Punkty ECTS:	3
Wydział:	Inżynierii Mechanicznej i Robotyki				
Kierunek:	Mechanika i Budowa Maszyn	Specjalność:	Transport linowy		
Poziom studiów:	Studia II stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	2
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	prof. nadzw. dr hab. inż. Kot Marcin (kotmarc@agh.edu.pl)				

### Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Moduł przedstawia przegląd nowoczesnych materiałów konstrukcyjnych metalowych, ceramicznych, polimerowych i kompozytów oraz technologie inżynierii powierzchni, nanomateriały węglowe. Przedstawiana jest ich mikrostruktura, właściwości, techniki wytwarzania oraz aplikacje głównie w obszarze inżynierii mechanicznej. Przedstawione są także biomateriały, nanostruktury typu MEMS i materiały inteligentne.

### Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Zna nowoczesne materiały konstrukcyjne takie jak stopy specjalne, nadstopy, materiały z pamięcią kształtu oraz ich właściwości i techniki ich wytwarzania. Zna nowoczesne materiały ceramiczne, polimerowe i kompozytowe.	MBM2A_W08, MBM2A_W09	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Sprawozdanie, Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_W002	Zna relacje między mikrostrukturą i właściwościami mechanicznymi w nanomateriałach, materiałach gradientowych, materiałach inteligentnych oraz materiałach do zastosowań w wysokich temperaturach.	MBM2A_W08, MBM2A_W09	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Sprawozdanie, Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych

M_W003	Zna nowoczesne technologie inżynierii powierzchni wytwarzania warstw wierzchnich i powłok o złożonej architekturze i mikrostrukturze. Zna materiały metalowe, ceramiczne i węglowe stosowane na cienkie powłoki oraz ich zastosowania.	MBM2A_W08, MBM2A_W09	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Sprawozdanie, Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_W004	Zna zasady komputerowego wspomaganie doboru materiałów CAMS (Computer Aided Materials Selection) i podstawy projektowania materiałowego ze wspomaganie komputerowym (CAMD - Computer Aided Materials Design).	MBM2A_W08, MBM2A_W09	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Udział w dyskusji
Umiejętności: potrafi			
M_U001	Umie zaproponować nowoczesny materiał do konkretnego zastosowania oraz w miejscach gdzie powszechnie stosowane materiały nie mogą spełniać stawianych przed nimi wymagań.	MBM2A_U05, MBM2A_U14, MBM2A_U12	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Sprawozdanie, Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U002	Umie zaproponować nowoczesne techniki wytwarzania materiałów oraz formowania warstw wierzchnich i powłok. Umie dobrać odpowiednią powłokę do konkretnego zastosowania.	MBM2A_U05, MBM2A_U14, MBM2A_U12	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Sprawozdanie, Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U003	Umie zaproponować odpowiednią zaawansowaną technikę badania właściwości materiałów inżynierskich w celu analizy ich mikrostruktury i właściwości mechanicznych w skali makro i nano.	MBM2A_U05, MBM2A_U14, MBM2A_U10	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Udział w dyskusji
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Potrafi przekazać informacje i opinie dotyczące nowoczesnych materiałów i ich zastosowań w sposób powszechnie zrozumiały. Rozumie społeczne i środowiskowe problemy związane wytwarzaniem i stosowaniem nowoczesnych materiałów na elementy konstrukcyjne obiektów technicznych oraz koniecznością ich recyklingu.	MBM2A_K02, MBM2A_K07, MBM2A_K08	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji

## Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
46	20	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0

## Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	Zna nowoczesne materiały konstrukcyjne takie jak stopy specjalne, nadstopy, materiały z pamięcią kształtu oraz ich właściwości i techniki ich wytwarzania. Zna nowoczesne materiały ceramiczne, polimerowe i kompozytowe.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Zna relacje między mikrostrukturą i właściwościami mechanicznymi w nanomateriałach, materiałach gradientowych, materiałach inteligentnych oraz materiałach do zastosowań w wysokich temperaturach.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Zna nowoczesne technologie inżynierii powierzchni wytwarzania warstw wierzchnich i powłok o złożonej architekturze i mikrostrukturze. Zna materiały metalowe, ceramiczne i węglowe stosowane na cienkie powłoki oraz ich zastosowania.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W004	Zna zasady komputerowego wspomaganego doboru materiałów CAMS (Computer Aided Materials Selection) i podstawy projektowania materiałowego ze wspomaganiami komputerowymi (CAMD - Computer Aided Materials Design).	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Umie zaproponować nowoczesny materiał do konkretnego zastosowania oraz w miejscach gdzie powszechnie stosowane materiały nie mogą spełniać stawianych przed nimi wymagań.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Umie zaproponować nowoczesne techniki wytwarzania materiałów oraz formowania warstw wierzchnich i powłok. Umie dobrać odpowiednią powłokę do konkretnego zastosowania.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

M_U003	Umie zaproponować odpowiednią zaawansowaną technikę badania właściwości materiałów inżynierskich w celu analizy ich mikrostruktury i właściwości mechanicznych w skali makro i nano.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Potrafi przekazać informacje i opinie dotyczące nowoczesnych materiałów i ich zastosowań w sposób powszechnie zrozumiały. Rozumie społeczne i środowiskowe problemy związane wytwarzaniem i stosowaniem nowoczesnych materiałów na elementy konstrukcyjne obiektów technicznych oraz koniecznością ich recyklingu.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

## Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	46 godz
Przygotowanie do zajęć	15 godz
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	10 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	15 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	88 godz
Punkty ECTS za moduł	3 ECTS

## Pozostałe informacje

### Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)

#### Wykład

Podstawowe metody kształtowania struktury i właściwości materiałów inżynierskich. Umocnienie. Przemiany fazowe. Strukturalne uwarunkowania właściwości materiałów. Nowoczesne stale nierdzewne, żaroodporne i żarowytrzymałe, proszkowe. Nadstopy stopu kobaltu, stopy tytanu, stopy z pamięcią kształtu, nadstopy na osnowie żelaza, niklu, stopy ODS wraz z ich aplikacjami. Ceramika specjalna, szkła i kompozyty ceramiczne – technologie wytwarzania i aplikacje. Konstrukcyjne materiały ceramiczne o wysokiej niezawodności – kompozyty ziarniste, materiały amorficzne wzmacniane naprężeniami wewnętrznymi. Ceramika funkcjonalna w zastosowaniach elektrotechnicznych, magnetycznych, optycznych oraz w wytwarzaniu i konwersji energii.

Nowoczesne technologie inżynierii powierzchni oraz ich wpływ na właściwości elementów maszyn. Nanomateriały i podstawy nanotechnologii. Nanostrukturalne powłoki wielowarstwowe, nanokompozyty, funkcjonalne materiały gradientowe, powłoki TBC.

Złożone materiały ślizgowe i cierne. Materiały węzłów tribologicznych pracujące w specyficznych atmosferach oraz podwyższonej temperaturze. Zjawiska strukturalne w wielofunkcyjnych materiałach do zastosowań wysokotemperaturowych.

Materiały inteligentne: właściwości i zastosowania. Ciecze magnetoreologiczne i elektoreologiczne.

Materiały węglowe – grafen, fulereny, nanorurki, syntetyczne diamenty.

Biomateriały, Nowoczesne włókna w kompozytach polimerowych, metalowych i ceramicznych.

Zaawansowane nowoczesnych technik badania mikrostruktury i właściwości materiałów inżynierskich w skali makro, mikro i nano.

### **Ćwiczenia laboratoryjne**

Analiza deformacji i pęknięcia powłok o zaawansowanej mikrostrukturze.

Analiza nowoczesnych technologii próżniowych stosowanych do wytwarzania warstw wierzchnich i powłok.

Badanie właściwości triboelektrycznych ślizgowych polimerowych kompozytów sensorowych.

Badanie właściwości tribologicznych materiałów ślizgowych i tarciovych przeznaczonych do pracy w podwyższonej temperaturze.

Mikrostruktura i właściwości mechaniczne tytanu technicznego i stopów tytanu.

Mikrostruktura, przemian strukturalne i właściwościami metali z pamięcią kształtu stosowanymi w medycynie .

Mikrostruktura i właściwości nadstopów niklu dla lotnictwa. Analiza zmian mikrostruktury podczas pełzania stali i nadstopów niklu. Sposobami poprawy żaroodporności i żarowytrzymałości materiałów metalowych.

Analiza możliwości aplikacyjnych cieczy magnetoreologicznych i ferromagnetycznych w obszarze uszczelnień i łożyskowań.

Badania ciśnienia przebiccia uszczelnień z cieczą ferromagnetyczną.

Nowoczesne techniki badawcze stosowane w analizie mikrostruktury materiałów inżynierskich: SEM, TEM, XRD.

### **Metody i techniki kształcenia:**

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

Ćwiczenia laboratoryjne: W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci samodzielnie lub z pomocą prowadzącego rozwiązują zadany problem praktyczny, dobierając odpowiednich pomiarów. Prowadzący stymuluje grupę do refleksji nad problemem, tak by otrzymane wyniki miały wysoką wartość merytoryczną.

### **Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:**

Szczegółowe warunki zaliczenia ustala i podaje do wiadomości studentom prowadzący na pierwszych zajęciach. Obecność na wykładach jest zalecana.

Zaliczenie zajęć laboratoryjnych może być uzyskane w terminie podstawowym oraz jednym terminie poprawkowym w podstawowej części sesji. Obecność na zajęciach jest obowiązkowa. Podstawą zaliczenia zajęć laboratoryjnych jest zaliczenie wszystkich zajęć na podstawie sprawdzenia wiadomości oraz sporządzonych sprawozdań.

Usprawiedliwioną nieobecność na zajęciach można odrobić z inną grupą (jeżeli jest taka możliwość) lub w inny sposób określony przez prowadzącego.

Podstawowym warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest uzyskanie oceny pozytywnej z zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych.

### **Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:**

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Nie

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Ćwiczenia laboratoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu w formie sprawozdania. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych.

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

Ocena końcowa to średnia ważona z:

- średnia z ocen ze wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych z wagą 0,45

- ocena z egzaminu z wagą 0,55.

### **Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:**

Obecność na zajęciach laboratoryjnych jest obowiązkowa.

Usprawiedliwioną nieobecność na zajęciach można odrobić z inną grupą (jeżeli jest taka możliwość) lub w inny sposób określony przez prowadzącego.

Student, który opuścił więcej niż 2 zajęcia i są one nieusprawiedliwione jest traktowany jak student, który nie uczęszczał na zajęcia.

### **Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów**

Wiedza z przedmiotu podstawy nauki o materiałach w ramach I stopnia kształcenia.

### **Zalecana literatura i pomoce naukowe**

1. Dobrzański A.L., Materiały inżynierskie i projektowanie materiałowe. Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa 2006.
2. Ashby M., Jones D.: Materiały inżynierskie. Tom I i II. WNT, W-wa 1995.
3. Kucharczyk W.: Nowoczesne materiały konstrukcyjne. Wyd. Politechniki Radomskiej, Radom 2008
4. Kaczorowski M., Krzyńska A.: Konstrukcyjne materiały metalowe, ceramiczne i kompozytowe. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008
5. Nowac. ki J.: Spiekane metale i kompozyty z osnową metaliczną. WNT, Warszawa 2005
6. Roman Pampuch "Współczesne materiały ceramiczne" – Wyd. AGH 2005
7. Dariusz Bochenek "Technologia wytwarzania i właściwości multiferroikowej ceramiki typu PFN" Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego 2012].
8. Marciniak, Biomateriały, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Katowice 2013
9. A. Hernas: Żarowytrzymałość stali i stopów, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2000
10. Beata Dubiel: Zmiany mikrostruktury podczas peźzania monokrystalicznych nadstopów niklu, Wydawnictwa AGH, Kraków, 2011

### **Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu**

1. Marzec, M. Radecka, W. Maziarz, A. Kusior, Z. Pędzich: Structural, optical and electrical properties of nanocrystalline TiO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub> and their composites obtained by the sol-gel method, Journal of the European Ceramic Society, 36 [12] 2016, s. 2981-2989,

2. Wojteczko, R. Lach, K. Wojteczko, Z. Pędzich, „Investigation of subcritical crack growth phenomenon and estimation of life time of alumina and alumina-zirconia composites with different phase arrangement”, *Ceramics International*, 42 [8] 2016, s. 9438-9442,
3. M. Faryna, P. Bobrowski, Z. Pędzich, M.M. Bućko, „Correlation between microstructure and ionic conductivity in cubic zirconia polycrystals”, *Materials Letters*, 161 2015, s. 352-354,
4. T. Moskalewicz, A. Czyska-Filemonowicz, Influence of Protective Coatings on Properties of Near-Alpha Titanium Alloys, rozdział w książce pt: “Titanium Alloys: Preparation, Properties and Applications”, P.N.Sanchez (red.), Nova Science Publishers Inc., USA., 2010, s. 235-268
5. T. Moskalewicz, S. Seuss, A.R. Boccaccini, Microstructure and properties of composite polyetheretherketone/Bioglass® coatings deposited on Ti-6Al-7Nb alloy for medical applications, *Applied Surface Science* 273 (2013) 62-67
6. Beata Dubiel: Zmiany mikrostruktury podczas pełzania monokrystalicznych nadstopów niklu, Wydawnictwa AGH, Kraków, 2011
7. M. Kot: Deformation and fracture analysis of coating-substrate systems. *Archives of Metallurgy and Materials*, 60 (2015) 2307-2317
8. Kot M., K. Przywara-Chronowska, Rakowski W., Lackner J., Waldhauser W., Major Ł.: The advantages of incorporating CrxC nanograins into an a-C:H matrix in tribological coatings. *Materials and Design*, 56 (2014) 981-989
9. M. Kot, Ł. Major, J. Lackner: The tribological phenomena of a new type of TiN/a-C:H multilayercoatings. *Materials and Design*, 51(2013) 280-286
10. W. Horak, B. Sapiński, M. Szczęch: A.nalysis of force in MR fluids during oscillatory compression squeeze. *Acta Mechanica et Automatica* ; vol. 11 (2017) 64-68.
11. W. Horak, J. Salwiński, M. Szczęch Analysis of the potential usage of selected magnetic fluids in thrust slide bearings — Analiza możliwości zastosowania wybranych cieczy magnetycznych we wzdłużnych łożyskach ślizgowych. *Tribologia : teoria i praktyka* 5/2016, s. 41-49

## **Informacje dodatkowe**

Brak