

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć: Nanokompozyty polimerowo-węglowe

Rok akademicki: 2019/2020 Kod: CIMT-1-044-s Punkty ECTS: 2

Wydział: Inżynierii Materiałowej i Ceramiki

Kierunek: Inżynieria Materiałowa Specjalność: —

Poziom studiów: Studia I stopnia Forma studiów: Stacjonarne

Język wykładowy: Polski Profil: Ogólnoakademicki (A) Semestr: 0

Strona www: —

Prowadzący moduł: dr hab. inż. Frączek-Szczypta Aneta (afraczek@agh.edu.pl)

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Celem prowadzonych zajęć w ramach przedmiotu będzie przybliżenie studentom tematyki związanej z otrzymywaniem nanokompozytów polimerowych modyfikowanych różnymi rodzajami nanocząstek węglowych.

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	posiada podstawową wiedzę dotyczącą otrzymywania nanomateriałów węglowych zna sposoby wytwarzania nanokompozytów węglowo-polimerowych oraz metody oceny ich właściwości	IMT1A_W03	Kolokwium
M_W002	posiada wiedzę na temat wykorzystania nanokompozytów polimerowo-węglowych w różnych dziedzinach nauki i przemysłu	IMT1A_W03	Prezentacja
M_W003	potrafi wykonać badania mechaniczne, elektryczne i cieplne wybranych nanokompozytów węglowo-polimerowych	IMT1A_W04	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Umiejętności: potrafi			

M_U001	potrafi scharakteryzować podstawowe etapy otrzymywania nanokompozytów polimerowo-węglowych	IMT1A_U01, IMT1A_U04	Projekt
M_U002	potrafi otrzymać nanokompozyty polimerowo-węglowe metodą wtrysku, ekstruzji, sieciowania i rozpuszczalnikową	IMT1A_U04, IMT1A_U02	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Student potrafi przekazać informacje dotyczące otrzymywania i zastosowania nanokompozytów polimerowo-węglowych w sposób powszechnie zrozumiały.	IMT1A_K02, IMT1A_K01	Prezentacja

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
30	0	0	0	0	0	30	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	posiada podstawową wiedzę dotyczącą otrzymywania nanomateriałów węglowych zna sposoby wytwarzania nanokompozytów węglowo-polimerowych oraz metody oceny ich właściwości	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
M_W002	posiada wiedzę na temat wykorzystania nanokompozytów polimerowo-węglowych w różnych dziedzinach nauki i przemysłu	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-

M_W003	potrafi wykonać badania mechaniczne, elektryczne i ciepne wybranych nanokompozytów węglowo-polimerowych	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	potrafi scharakteryzować podstawowe etapy otrzymywania nanokompozytów polimerowo-węglowych	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
M_U002	potrafi otrzymać nanokompozyty polimerowo-węglowe metodą wtrysku, ekstruzji, sieciowania i rozpuszczalnikową	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Student potrafi przekazać informacje dotyczące otrzymywania i zastosowania nanokompozytów polimerowo-węglowych w sposób powszechnie zrozumiały.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	30 godz
Przygotowanie do zajęć	10 godz
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	5 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	10 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	57 godz
Punkty ECTS za moduł	2 ECTS

Pozostałe informacje

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

Zajęcia seminaryjne

Celem prowadzonych zajęć w ramach przedmiotu Nanokompozyty polimerowo-węglowe będzie przybliżenie studentom tematyki związanej z otrzymywaniem nanokompozytów polimerowych modyfikowanych różnymi rodzajami nanocząstek węglowych. Nanomateriały węglowe jak nanorurki węglowe, grafen i jego pochodne, fulereny czy inne postacie nanoform węgla jak nanometryczna sadza budzą zainteresowanie różnych gałęzi przemysłu jak przemysł elektroniczny, konstrukcyjny czy biomedyczny. Zainteresowanie to wynika z nietypowych właściwości nanoform

węgla jak wysokie przewodnictwo elektryczne, cieplne, wysoka wytrzymałość i sztywność tych materiałów przy jednoczesnej niskiej gęstości i odporności na kruche pękanie. Nieograniczone możliwości zastosowania wynikają również z różnorodności występujących nanoform węgla, ich stopnia czystości, zdefektowania, kształtu oraz możliwości funkcjonalizacji chemicznej ich powierzchni. Jednym z obszarów zastosowania nanoform węgla jest otrzymywanie nanokompozytów polimerowych cechujących się wysoką wytrzymałością przy jednocześnie niskiej masie, wysokim przewodnictwem elektrycznym oraz wysokim przewodnictwem cieplnym. W trakcie zajęć studenci zapoznają się z metodami syntezy nanomateriałów węglowych, jak również w części praktycznej otrzymywać będą nanorurki węglowe oraz grafen i przeprowadzać ich charakterystykę. W następnej kolejności, studenci zapoznają się z rodzajami polimerów i sposobami wprowadzania i dyspersji nanocząstek węglowych w ich objętości w celu otrzymywania nanokompozytów o odpowiednich właściwościach. Podczas zajęć praktycznych otrzymywać będą nanokompozyty polimerowo - węglowe metodami wtrysku, metodą rozpuszczalnikową oraz metodą sieciowania chemicznego i termicznego w zależności od rodzaju polimeru, a także przeprowadzą ocenę właściwości elektrycznych, mechanicznych i cieplnych uzyskanych nanokompozytów. Etapem końcowym prowadzonych zajęć będzie przygotowanie sprawozdań z przeprowadzonych badań oraz dyskusja uzyskanych wyników bazując na wiedzy teoretycznej i praktycznej nabytej podczas zajęć.

Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)

Wykłady:

- 1.Nanorurki węglowe - rodzaje, metody otrzymywania, właściwości, zastosowanie
- 2.Grafen i jego pochodne - rodzaje, metody otrzymywania, właściwości, zastosowanie
- 3.Nanokompozyty polimerowe kontra kompozyty polimerowe
- 4.Otrzymywanie nanokompozytów polimerowo-węglowych
- 5.Podstawowe właściwości nanokompozytów polimerowo-węglowych i metody ich oceny
- 6.Zastosowanie nanokompozytów polimerowo-węglowych w lotnictwie
- 7.Zastosowanie nanokompozytów polimerowo-węglowych w magazynowaniu i konwersji energii
- 8.Zastosowanie nanokompozytów polimerowo-węglowych w medycynie

Część praktyczna:

- 1.Synteza nanomateriałów węglowych metodą chemicznego osadzania z fazy gazowej
- 2.Otrzymywanie nanokompozytów polimerowo-węglowych metodą ekstruzji i wtrysku
- 3.Otrzymywanie nanokompozytów polimerowo-węglowych metodą rozpuszczalnikową
- 4.Otrzymywanie nanokompozytów polimerowo-węglowych metodą sieciowania chemicznego i termicznego
- 5.Badanie właściwości elektrycznych, mechanicznych i cieplnych uzyskanych nanokompozytów
- 6.Prezentacje oraz dyskusja uzyskanych wyników

Metody i techniki kształcenia:

Zajęcia seminaryjne: Na zajęciach seminaryjnych podstawą jest prezentacja multimedialna oraz ustna prowadzona przez studentów. Kolejnym ważnym elementem kształcenia są odpowiedzi na powstałe pytania, a także dyskusja studentów nad prezentowanymi treściami.

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

Nie określono

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

Zajęcia seminaryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci prezentują na forum grupy temat wskazany przez prowadzącego oraz uczestniczą w dyskusji nad tym tematem. Ocenie podlega zarówno wartość merytoryczna prezentacji, jak i tzw. kompetencje miękkie.

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena końcowa = (50% prezentacja i sprawozdanie z wyników badań + 50% oceny z zaliczenia pisemnego)

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

Nie określono

Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów

1. Wykonanie ćwiczeń z części praktycznej.
2. Opracowanie w formie sprawozdania przez każdego studenta wyników badań z części praktycznej.
3. Aktywność na zajęciach.
4. Kolokwium zaliczeniowe

Zalecana literatura i pomoce naukowe

1. Andrzej Huczko, Magdalena Kurcz, Magdalena Popławska, Nanorurki węglowe : otrzymywanie, charakterystyka, zastosowania, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, 2015
2. Andrzej Huczko, Agnieszka Dąbrowska, Magdalena Kurcz, Grafen : otrzymywanie, charakterystyka, zastosowania, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, 2018
3. K. Tanaka, S. Iijima, Carbon nanotubes and graphene, Elsevier, cop. 2014.
4. James E. Morris, Kris Iniewski, Graphene, carbon nanotubes, and nanostructures : techniques and applications. CRC Press/Taylor & Francis Group, cop. 2013
5. Yiu-Wing Mai and Zhong-Zen Yu, Polymer nanocomposites. CRC Press ; Cambridge : Woodhead Publishing, 2006.
6. Nadia Grossiord, Marie Claire Hermant, Cor Koning. Polymer Carbon Nanotube Composites: The Polymer Latex Concept, Pan Stanford Publishing Pte.Lte. 2012
7. Prithu Mukhopadhyay, Rakesh K. Gupta, Graphite, graphene, and their polymer nanocomposites, CRC Press/Taylor & Francis Group, cop. 2013
8. Brian P. Grady, Carbon nanotube-polymer composites : manufacture, properties and applications. Hoboken : John Wiley & Sons, Inc., Publication, cop. 2011
9. A. S. Paipetis, V. Kostopoulos, Carbon nanotube enhanced aerospace composite materials : a new generation of multifunctional hybrid structural composites. Springer Science+Business Media, cop. 2013

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

1. A. Frączek-Szczypta, M. Bogun, S. Błażewicz, Carbon fibers modified with carbon nanotubes. Journal of Materials Science 44(2009) 4721-4727.
2. M. Zambrzycki, A. Frączek-Szczypta, Conductive hybrid polymer composites based on recycled carbon fibres and carbon nanofillers. Journal of Materials Science 53 (2018) 7403-7416.
3. L. Bačáková, L. Grausová, J. Vacík, V. Lavrentiev, S. Błażewicz, A. Frączek, A. Kromka, K. Haenen, Adhesion and growth of human osteoblast-like cell in cultures on nanocomposite carbon-based materials. Nanoscience and Nanotechnology Letters ; ISSN 1941-4900. — 2011 vol. 3 no. 1 spec. iss. on Advanced carbon nanostructures, s. 99-109.
4. A. Frączek-Szczypta, Carbon nanomaterials for nerve tissue stimulation and regeneration. Materials Science and Engineering. C, Biomimetic Materials, Sensors and Systems 34 (2014) 35-49.
5. M. Gubernat, A. Frączek-Szczypta, J. Tomala, S. Błażewicz, Catalytic effect of montmorillonite nanoparticles on thermal decomposition of coal tar pitch to carbon. Journal of Analytical and Applied

Pyrolysis (Print) 130 (2018) 90–98.

6.M. Gubernat, J. Tomala, W. Frohs, A. Frączek-Szczypta, S. Błażewicz, De-agglomeration and homogenisation of nanoparticles in coal tar pitch-based carbon materials, *Journal of Nanoparticle Research : an Interdisciplinary Forum for Nanoscale Science and Technology* 18 (2016) 56-1-56-13.

7.T. Mikołajczyk, G. Szparaga, M. Bogun, A. Frączek-Szczypta, S. Błażewicz, Effect of spinning conditions on the mechanical properties of polyacrylonitrile fibres modified with carbon nanotubes. *Journal of Applied Polymer Science* 115 (2010) 3628–3635.

8.M. Zambrzycki, J. Tomala, A. Frączek-Szczypta, Electrical and mechanical properties of granular-fibrous carbon-carbon composites with recycled carbon fibers. *Ceramics International* 44 (2018) 19282–19289.

9.L. Stankova, A. Frączek-Szczypta, M. Błażewicz, E. Filova, S. Błażewicz, V. Lisa, L. Bacakova, Human osteoblast-like MG 63 cells on polysulfone modified with carbon nanotubes or carbon nanohorns, *Carbon* 67 (2014) 578–591.

10.T. Mikołajczyk, G. Szparaga, S. Rabiej, A. Frączek-Szczypta, Influence of formation conditions on the structure and properties of nanocomposite PAN fibres containing silver and hydroxyapatite nanoadditives, *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 18 (2010) 16–23.

11.A. Frączek-Szczypta, S. Błażewicz, Manufacturing and physico-mechanical characterization of carbon nanohorns/polyacrylonitrile nanocomposites. *Journal of Materials Science* 46 (2011) 5688–5689.

12.E. Stodolak-Zych, A. Frączek-Szczypta, A. Wiecheć, M. Błażewicz, Nanocomposite polymer scaffolds for bone tissue regeneration, *Acta Physica Polonica. A* 121 (2012) 518–521.

13.K. Sokołowski, A. Frączek-Szczypta, J. Tomala, S. Błażewicz, Organosilicon resin-based carbon/ceramic polygranular composites with improved oxidation resistance, *Korean Journal of Chemical Engineering* 35 (2018) 1354–1364.

14.A. Frączek-Szczypta, M. Spisak, S. Błażewicz, Otrzymywanie nanorurek węglowych na podłożach metalicznych i kwarcowych metodą CVD, *Przemysł Chemiczny* 91 (2012) 1191–1198.

15.A. Wedel-Grzenda, A. Frączek-Szczypta, M. Terrones, A.L. Elías, M. Lekka, E. Menaszek, S. Błażewicz, Polysulphone composite membranes modified with two types of carbon additives as a potential material for bone tissue regeneration, *Bulletin of Materials Science* 40 (2017) 201–212.

16.M. Gubernat, T. Lis, J. Tomala, J. Kawala, A. Frączek-Szczypta, S. Błażewicz, Thermomechanical characterisation of coal tar pitch-based carbon containing SiC nanoparticles, *Ceramics International* 43 (2017) 8109–8118.

17.A. Frączek-Szczypta, S. Rabiej, G. Szparaga, E. Pabjańczyk-Wlazło, P. Król, M. Brzezińska, S. Błażewicz, M. Bogun, The structure and properties of the carbon non-wovens modified with bioactive nanoceramics for medical applications, *Materials Science and Engineering. C* 51 (2015) 336–345.

18.A. Wiecheć, E. Stodolak-Zych, A. Frączek-Szczypta, M. Błażewicz, W.M. Kwiatek, The study of human osteoblast-like MG 63 cells proliferation on resorbable polymer-based nanocomposites modified with ceramic and carbon nanoparticles, *Acta Physica Polonica. A* 121 (2012) 546–550.

Informacje dodatkowe

Brak