

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu: Nanokompozyty polimerowo-węglowe

Rok akademicki: 2018/2019 Kod: CTC-1-034-s Punkty ECTS: 2

Wydział: Inżynierii Materiałowej i Ceramiki

Kierunek: Technologia Chemiczna Specjalność: —

Poziom studiów: Studia I stopnia Forma i tryb studiów: Stacjonarne

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

Strona www: —

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

Osoby prowadzące: dr hab. inż. Frączek-Szczypta Aneta (afraczek@agh.edu.pl)  
dr inż. Gubernat Maciej (guma@agh.edu.pl)

### Krótką charakterystyka modułu

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

### Opis efektów kształcenia dla modułu zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Powiązania z EKK	Sposób weryfikacji efektów kształcenia (forma zaliczeń)
Wiedza			
M_W001	posiada podstawową wiedzę dotyczącą otrzymywania nanomateriałów węglowych zna sposoby wytwarzania nanokompozytów węglowo-polimerowych oraz metody oceny ich właściwości	TC1A_W07	Kolokwium
M_W002	posiada wiedzę na temat wykorzystania nanokompozytów polimerowo-węglowych w różnych dziedzinach nauki i przemysłu	TC1A_W14	Prezentacja
M_W003	potrafi wykonać badania mechaniczne, elektryczne i cieplne wybranych nanokompozytów węglowo-polimerowych	TC1A_W07	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Umiejętności			

M_U001	potrafi scharakteryzować podstawowe etapy otrzymywania nanokompozytów polimerowo-węglowych	TC1A_U08, TC1A_U07	Projekt
M_U002	potrafi otrzymać nanokompozyty polimerowo-węglowe metodą wtrysku, ekstruzji, sieciowania i rozpuszczalnikową	TC1A_U05, TC1A_U16, TC1A_U07	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Kompetencje społeczne			
M_K001	Student potrafi przekazać informacje dotyczące otrzymywania i zastosowania nanokompozytów polimerowo-węglowych w sposób powszechnie zrozumiały.	TC1A_K06, TC1A_K03, TC1A_K01	Prezentacja

## Matryca efektów kształcenia w odniesieniu do form zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Forma zajęć										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Inne	E-learning
Wiedza												
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 cieplne wybranych nanokompozytów węglowo-polimerowych	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Umiejętności												
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												

M_K001	Student potrafi przekazać informacje dotyczące otrzymywania i zastosowania nanokompozytów polimerowo-węglowych w sposób powszechnie zrozumiały.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

## Treść modułu zajęć (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

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

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

### **Wymagania wstępne i dodatkowe**

- 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 : otrzymanie, charakterystyka, zastosowania, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, 2015
- 2.Andrzej Huczko, Agnieszka Dąbrowska, Magdalena Kurcz, Grafen : otrzymanie, 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

## Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Przygotowanie do zajęć	10 godz
Przygotowanie sprawozdania, pracy pisemnej, prezentacji, itp.	5 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	10 godz
Udział w zajęciach praktycznych	15 godz
Udział w zajęciach seminaryjnych	15 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	57 godz
Punkty ECTS za moduł	2 ECTS