

IV OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA NAUKOWA

**KIERUNEK**

**Na**

**N**

**O**

BADANIA I OSIĄGNIĘCIA Z OBSZARU NANOTECHNOLOGII

ABSTRAKTY

Redakcja:  
Kamil Maciąg  
Kinga Kalbarczyk

Lublin, 16 września 2022 r.

**IV Ogólnopolska Konferencja Naukowa  
„Kierunek NANO – badania i osiągnięcia  
z obszaru nanotechnologii”**

**Abstrakty**



# **IV Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Kierunek NANO – badania i osiągnięcia z obszaru nanotechnologii”**

## **Abstrakty**

Redakcja:  
Kamil Maciąg  
Kinga Kalbarczyk

Fundacja na rzecz promocji nauki i rozwoju TYGIEL  
Lublin 2022

**IV Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Kierunek NANO –  
badania i osiągnięcia z obszaru nanotechnologii”  
16 września 2022 r.**

**Abstrakty**

Redakcja:  
Kamil Maciąg  
Kinga Kalbarczyk

Skład i łamanie:  
Monika Maciąg

Projekt okładki:  
Marcin Szklarczyk

© Copyright by Fundacja na rzecz promocji nauki i rozwoju TYGIEL

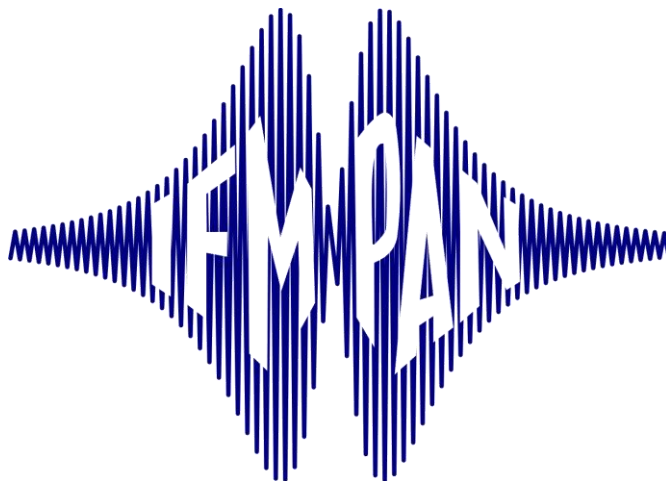
ISBN 978-83-67194-71-6

Wydawca:  
Fundacja na rzecz promocji nauki i rozwoju TYGIEL  
ul. Głowackiego 35/348  
20-060 Lublin  
[www.fundacja-tygiel.pl](http://www.fundacja-tygiel.pl)

## Komitet Naukowy:

- **dr hab. inż. Łukasz Kołodziejczyk**, Instytut Inżynierii Materiałowej, Wydział Mechaniczny, Politechnika Łódzka
- **dr hab. inż. Katarzyna Leszczyńska-Sejda**, Centrum Hydroelektrometalurgii, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych
- **dr Monika Asztemborska**, Pracownia Izotopowa, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski
- **dr Grzegorz Czernel**, Katedra Biofizyki, Wydział Biologii Środowiskowej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
- **dr inż. Dorota Dardas**, Instytut Fizyki Molekularnej Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu

## Patronat Honorowy:



## **Komitet Organizacyjny:**

- Ewelina Chodźko
- Alicja Danielewska
- Iwona Domina
- Joanna Jędrzejewska
- Kinga Kalbarczyk
- Joanna Kozłowska
- Kamil Maciąg
- Monika Maciąg
- Izabela Mołdoch-Mendoń
- Paulina Pomajda
- Marcin Szklarczyk
- Paulina Szymczyk

## **Organizator:**



Fundacja  
**TYGIEL**

# Spis treści

## Wystąpienia Gości Honorowych

Badanie właściwości tribologicznych materiałów w nanoskali .....	11
Rozwój technologii renowych w Polsce – nanokomponenty Re wytwarzane z odpadów .....	12

## Wystąpienia Uczestników

Aktualne uregulowania prawne odnoszące się do nanomateriałów w aspekcie zasady pewności prawa .....	15
Analiza wpływu nanododatków na kinetykę procesów fotoinicjacji kompozytów fotoutwardzalnych .....	16
Badania kinetyczne fotopolimeryzacji w warstwach porowatych, na potrzeby monitorowania postępu prowadzonej w świetle UV obróbki poprodukcyjnej modelowych biostruktur wydrukowanych w technologii DLP, z wykorzystaniem technologii FPT (ang. <i>Fluorescent Probe Technology</i> ) .....	18
Badanie wpływu nanotlenków i nanoglinki na kinetykę polimeryzacji kationowej fotoutwardzalnych kompozytów .....	20
Ciekłe kryształy domieszkowane nanocząstkami i ograniczone geometrycznie – nowe zjawiska fizyczne i możliwości technologiczne .....	22
Druk 3D z metalu z wykorzystaniem procesu elektrolizy w fazie wodnej .....	23
Dyspersyjna i temperaturowa zależność stałej Kerra w optycznie izotropowych ciekłych kryształach .....	25
Nanotechnologia dla środowiska: wykorzystanie nanocząstek w monitorowaniu, ograniczaniu emisji i usuwaniu zanieczyszczeń powietrza .....	27
Tworzenie heterozłączy na bazie nanocząstek tlenków metali i ich zastosowanie w konstrukcji czujników gazu .....	28
Wpływ domieszki nanocząstek szkła sodowego na głębokość penetracji wody pod ciśnieniem w eko-fibrokompozytach cementowo-szklanych .....	29



Wpływ domieszki nanokrzemionki na wodoszczelność eko-kompozytów cementowo-szklanych .....	30
Wpływ nanododatków nieorganicznych na kinetykę procesów fotopolimeryzacji .....	31
Wpływ nanonapełniaczy nieorganicznych na właściwości fotochemiczne i fotofizyczne kompozytów otrzymywanych w procesach fotopolimeryzacji rodnikowej.....	33
Indeks Autorów .....	35

# **Wystąpienia Gości Honorowych**



## **Badanie właściwości tribologicznych materiałów w nanoskali**

**dr hab. inż. Łukasz Kołodziejczyk**, [lukasz.kolodziejczyk@p.lodz.pl](mailto:lukasz.kolodziejczyk@p.lodz.pl), Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka, ul. Stefanowskiego 1/15, 90-537 Łódź

Ocena właściwości mechanicznych i tribologicznych jest jednym z ważnych zagadnień związanych z wytwarzaniem materiałów inteligentnych (ang. *smart materials*), implantów oraz nanomateriałów. W wielu przypadkach zagadnienia tribologiczne można rozpatrywać na poziomie cząsteczkowym, nanometrycznym, a nawet atomowym. Ich analiza wymaga nowego podejścia do badań, którymi zajmuje się mikro- i nanotribologia. Decydującą rolę w procesach tribologicznych w skali mikro- i nanometrycznej odgrywają właściwości fizykochemiczne powierzchni elementów skojarzenia tarcowego. Najnowsze osiągnięcia techniki w zakresie badań powierzchni, a w szczególności gwałtowny rozwój mikroskopii sił atomowych (ang. *atomic force microscopy, AFM*) pozwalają prowadzić badania w omawianym zakresie na poziomie atomowym ze zdolnością mierzenia sił poniżej 1  $\mu\text{N}$  występujących pomiędzy powierzchnią sondy AFM a powierzchnią próbki. Jednym z rozszerzeń mikroskopii sił atomowych, umożliwiającym pomiar sił normalnych i sił tarcia z rozdzielczością pN, jest tzw. mikroskopia sił bocznych (ang. *lateral force microscopy, LFM*). Technika ta pozwala na badanie właściwości tribologicznych, w tym współczynnika tarcia i zużycia w skali nanometrycznej. Ponadto, istotnym uzupełnieniem informacji dotyczących właściwości mechanicznych i tribologicznych badanych materiałów w skali nanometrycznej może być wykorzystanie technik nanoindentacji (ang. *depth-sensing techniques*) poprzez pomiar takich właściwości jak twardość, moduł sprężystości wzdłużnej, zużycie czy adhezja powłok.

W pracy przedstawiono porównanie właściwości tribologicznych w nanoskali wybranych materiałów syntetyzowanych różnymi technikami oddolnymi (ang. *bottom-up techniques*), w tym struktur grafenowych, domieszkowanych powłok węglowych oraz cienkich warstw azotków. Wyniki badań porównawczych uzupełniono analizą struktury geometrii powierzchni oraz określeniem wybranych właściwości mechanicznych i ich wpływu na tarcie i zużycie w nanoskali.

## **Rozwój technologii renowych w Polsce – nanokomponenty Re wytwarzane z odpadów**

**dr hab. inż. Katarzyna Leszczyńska-Sejda**, Centrum Hydroelektrometalurgii, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych

W Polsce od początku XXI w. zaobserwowano intensywny rozwój technologii renowych. W niespełna dwadzieścia lat KGHM Polska Miedź S.A. stał się drugim światowym producentem renu z tzw. źródeł pierwotnych. Rocznie KGHM produkuje około 9 ton/rok renu w postaci renianu(VII) amonu i/lub renu metalicznego – produktów wysokiej czystości o wielkości makro i mikrometrycznej; stanowi to ponad 15% całego światowego rynku renu. W Polsce istnieje także odzysk renu z recyklingu; tutaj prym wiedzie firma Innovator Sp. z o.o., która produkuje renian(VII) amonu o czystości katalitycznej, również o wielkości makro i mikrometrycznej, w ilości około 750 kg/rok. To właśnie firma Innovator odważyła się na rozszerzenie swojego portfolio renowego o produkty z obszaru nanokomponentów, co ważne wytwarzane z odpadów pochodzących z recyklingu. Obecnie trwają badania nad opracowaniem i wdrożeniem nanotechnologii renowych w dwóch grupach: renian(VII) amonu i jego związki w postaci nano oraz elektrowydzielane nanoproszki stopowe renu z niklem lub kobaltem. Projekt realizowany jest w ramach Działania 4.1. „Badania naukowe i prace rozwojowe”, Poddziałania 4.1.4 „Projekty aplikacyjne”, POIR 04.01.04-00-0008/20-00, w latach 2020-2023. Należy podkreślić, że tak liczne możliwości stwarzają nowy potencjał do rozwoju technologii renowych również; w obszarze nanokomponentów w Polsce, który należy sukcesywnie rozwijać.

Pragnę podziękować całemu Zespołowi Centrum Hydroelektrometalurgii Łukasiewicz-IMN, który tak dzielnie rozwija technologie renowe w Polsce i nie tylko.

# **Wystąpienia Uczestników**



## **Aktualne uregulowania prawne odnoszące się do nanomateriałów w aspekcie zasady pewności prawa**

*Marcin Jurewicz, m.jurewicz@pb.edu.pl, Katedra Marketingu i Przedsiębiorczości, Wydział Inżynierii Zarządzania, Politechnika Białostocka, www.pb.edu.pl*

W pracy przedstawiono aktualne regulacje prawne dotyczące nanomateriałów w kontekście zasady pewności prawa. Rozporządzenie Komisji (UE) 2018/1881 zmieniające rozporządzenie REACH w odniesieniu do załączników I, III, VI-XII w celu uwzględnienia nanopostaci substancji jest pierwszym aktem prawnym odnoszącym się do chemikaliów, który wprowadza wyraźne wymogi dotyczące rejestracji nanopostaci substancji. Ustanowienie tych wymagań jest odpowiednim działaniem, które służy urzeczywistnieniu zasady pewności prawa w obszarze nanomateriałów. Rozporządzenie (UE) 2018/1881 zawiera jednakże niejasne, nieściśle bądź zawiłe zwroty. Zostały one przytoczone przez zainteresowane strony w ramach konsultacji społecznych w sprawie zmian załączników do rozporządzenia REACH w celu uwzględnienia nanopostaci substancji; niektóre istotne w aspekcie zasady pewności prawa uwagi zainteresowanych stron nie zostały jednak uwzględnione. Zwroty te, zwłaszcza o technicznym charakterze, wymagają więc sukcesywnego wyjaśniania za pomocą wytycznych na temat wymogów informacyjnych rozporządzenia REACH w odniesieniu do nanopostaci substancji.

Oprócz tego wprowadzenie rozporządzeniem (UE) 2018/1881 definicji nanopostaci substancji w załączniku VI do rozporządzenia REACH nie zostało skorelowane z ustanowieniem zaleceniem Komisji z 10.06.2022 dotyczącym definicji nanomateriału nowej definicji nanomateriału. W związku z tym definicja nanopostaci substancji wymaga dostosowania, co wskazuje na niepewność przepisów prawa w obszarze nanomateriałów. Ponadto, definicja nanopostaci substancji nie powinna występować w załączniku, który obejmuje jedynie kwestie techniczne, a w części normatywnej rozporządzenia REACH, ażeby adresaci nie mieli wątpliwości, że definicja nanopostaci substancji jest stosowana odnośnie do całego aktu prawnego.

Abstrakt przygotowano na podstawie publikacji przyjętej do druku w czasopiśmie Polimery Vol. 67 No. 9 (2022).



## **Analiza wpływu nanododatków na kinetykę procesów fotoinicjacji kompozytów fotoutwardzalnych**

**Weronika Wałczyk**, *weronikawalczyk24@gmail.com, Koło naukowe Fotochemii Stosowanej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska*

**Monika Topa-Skwarczyńska**, *topamonika@gmail.com, Koło naukowe Fotochemii Stosowanej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska*

**Dawid Kiesiewicz**, *dawkies\_103@wp.pl, Koło naukowe Fotochemii Stosowanej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska*

**Paweł Jamróz**, *pawel.jamroz42@gmail.com, Koło naukowe Fotochemii Stosowanej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska*

**Karolina Gałuszka**, *karolina.galuszka26@gmail.com, Koło naukowe Fotochemii Stosowanej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska*

**Bartosz Oksiuta**, *oksiutabartosz@gmail.com, Koło naukowe Fotochemii Stosowanej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska*

**Dawid Oksiuta**, *dawidoks.02@gmail.com, Koło naukowe Fotochemii Stosowanej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska*

**Joanna Ortyl**, *joanna.ortyl@photohitech.com, Katedra Biotechnologii i Chemii Fizycznej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska, Photo4Chem sp. z o.o., Photo HiTech sp. z o.o*

Produkty otrzymane za pomocą fotopolimeryzacji używane są w życiu codziennym, m.in. w medycynie do otrzymywania hydrożelowych materiałów polimerowych, w stomatologii do otrzymywania światłoutwardzalnych wypełnień dentystycznych, w przemyśle np. lakierniczym, meblarskim, samochodowym, czyli w przemyśle powłokotwórczym. Otrzymywane tą drogą kompozyty fotoutwardzalne posiadają w swoim składzie różne związki m.in. nanododatki, które nadają im określone cechy, dzięki czemu mogą pełnić określone funkcje. Używane są wtedy do konkretnych zastosowań. Dotyczy to np. plomb stomatologicznych, które mają w składzie nanododatki, przez co mogą występować w różnych wariantach kolorystycznych dopasowanych do odcieni zębów oraz mogą mieć różną trwałość i twardość. W związku z tym cechują się różnymi właściwościami mechanicznymi i estetycznymi, przez co znajdują zastosowanie w wypełnianiu ubytków różnych klas w zębach.

W zależności od rodzaju użytych składników do produkcji kompozytów fotoutwardzalnych, kinetyka procesów fotoinicjacji jest różna. W prezentowanej pracy analizowano i określono wpływ, jaki mają nanododatki występujące w różnych kompozytach na proces fotoinicjacji. W pracy przedstawiono ich różne rodzaje, określono skład kompozytów oraz kinetykę procesu fotopolimeryzacji. W tym celu przeprowadzono badania kinetyczne za pomocą techniki real-time FT-IR.

Niniejsze prace były finansowane przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej (FNP) w ramach projektu TEAM TECH numer umowy POIR.04.04.00-00-204B/16-00 - TEAM TECH/2016-2/15.

## **Badania kinetyczne fotopolimeryzacji w warstwach porowatych, na potrzeby monitorowania postępu prowadzonej w świetle UV obróbki poprodukcyjnej modelowych biostruktur wydrukowanych w technologii DLP, z wykorzystaniem technologii FPT (ang. *Fluorescent Probe Technology*)**

**Zuzanna Wątor**, [zuza.wator@gmail.com](mailto:zuza.wator@gmail.com), Katedra Biotechnologii i Chemii Fizycznej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

**Paweł Jamróz**, [pawel.jamroz42@gmail.com](mailto:pawel.jamroz42@gmail.com), Katedra Biotechnologii i Chemii Fizycznej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

**Maciej Pilch**, [pilchmac@gmail.com](mailto:pilchmac@gmail.com), Katedra Biotechnologii i Chemii Fizycznej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

**Joanna Ortyl**, [joanna.ortyl@photohitech.com](mailto:joanna.ortyl@photohitech.com); Katedra Biotechnologii i Chemii Fizycznej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, [www.joannaortyl.pl](http://www.joannaortyl.pl)

Jednym z problemów napotykanym na drodze do opracowania techniki umożliwiającej drukowanie 3D w pełni funkcjonalnych narządów ludzkich jest narażenie żywych komórek na długotrwałe promieniowanie UV podczas przetwarzania końcowego. Niniejsza praca badawcza koncentrowała się na zbadaniu możliwości wykorzystania technologii sond fluorescencyjnych (FPT) w monitorowaniu postępu procesu post-processingu biodruku na przykładzie modeli imitujących strukturę tkanki kostnej. W tym celu przygotowano kilka kompozycji światłoutwardzalnych znakowanych czujnikami fluorescencyjnymi. Komercyjna żywica Standard Clear firmy Elego została użyta jako kompozycja podstawowa, natomiast jako czujniki luminescencyjne zastosowano wybrane pochodne kumaryny, w tym Coumarin 1, Coumarin 6H, Coumarin 7, Coumarin 30, Coumarin 102, Coumarin 120, Coumarin 151, Coumarin 153, Coumarin 343, Coumarin 466. Dla zastosowanych czujników przeprowadzono podstawowe badania spektroskopowe. Kinetykę procesu polimeryzacji znako-

wanych kompozycji światłoutwardzalnych mierzono aparatem FPT, pomiary prowadzono naświetlając przygotowane próbki światłem w zakresie 405 nm, w temperaturze 25°C. W rezultacie wstępnie stwierdzono, że istnieje możliwość zastosowania technologii FPT w monitorowaniu przebiegu post-processingu biodruków pod warunkiem dobrania odpowiedniego sensora luminescencyjnego dla stosowanej kompozycji światłoutwardzalnej. Opracowanie skutecznej metody monitorowania w czasie rzeczywistym postępu sieciowania wydruków 3D podczas post-processingu światłem UV pozwoli skrócić czas ekspozycji biowydruków 3D na szkodliwe promieniowanie UV na etapie post-processingu, a w konsekwencji przyczynić się do rozwoju całego biodruku 3D.

Podziękowania:

Prace badawcze prowadzone były w ramach projektu PRELUDIUM (nr umowy UMO-2021/41/N/ST8/04127) finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki (NCN).

## **Badanie wpływu nanotlenków i nanoglinki na kinetykę polimeryzacji kationowej fotoutwardzalnych kompozytów**

**Paweł Jamróz**, *pawel.jamroz42@gmail.com*, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, *chemia.pk.edu.pl*

**Bartosz Oksiuta**, *bartosz.oksiuta@student.pk.edu.pl*, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, *chemia.pk.edu.pl*

**Magdalena Jankowska**, *magdalena.jankowska@doktorant.pk.edu.pl*, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, *chemia.pk.edu.pl*

**Małgorzata Noworyta**, *malgorzata.noworyta@student.pk.edu.pl*, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, *chemia.pk.edu.pl*

**Dawid Kiesiewicz**, *dawid.kiesiewicz@student.pk.edu.pl*, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, *chemia.pk.edu.pl*

**Zuzanna Wątor**, *zuzanna.wator@student.pk.edu.pl*, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, *chemia.pk.edu.pl*

**Joanna Ortyl**, *joanna.ortyl@pk.edu.pl*, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, *chemia.pk.edu.pl*; Photo4Chem sp. z o.o., Kraków, *photo4chem.com*; Photo HiTech sp. z o.o., Kraków, *photohitech.com*

Nanokompozyty składają się z dwóch lub większej liczby składników, przy czym co najmniej jeden z nich musi składać się z cząstek o wymiarze nanometrycznym. Główną fazę w polimerowym materiale nanokompozytowym stanowi tak zwana osnowa, która spaja cząstki nanododatku zwanego napełniaczem i jest odpowiedzialna za główne właściwości fizykochemiczne kompozytu takie jak np. twardość. Dodatek niewielkich ilości napełniacza daje możliwość modyfikacji tych bazowych właściwości co zazwyczaj przekłada się na polepszenie właściwości wyjściowej kompozycji. Jednym z materiałów na które watro zwrócić uwagę to fotoutwardzalne nanokompozyty polimerowe, które znalazły szczególne zastosowanie w stomatologii podczas tworzenia materiałów na stałe wypełnienia. Dlatego istotne jest dobranie składników nanokompozytu w taki sposób by posiadał on pożądaną wytrzymałość, jak również odpowiednią barwę odzwierciedlającą barwę szkliwa.

W tej pracy przedstawiono wyniki badań dotyczących wpływu nanotlenków cynku, tytanu, cynku domieszkowanego glinem oraz nanoglinki, na kinetykę procesu polimeryzacji kationowej. Kinetykę analizowano poprzez wyznaczenie stopnia konwersji dla każdej badanej kompozycji stosując technikę Real-Time FT-IR. Próbki poddano również ocenie organoleptycznej pod względem koloru, w zależności od użytego nanododaku.

Podziękowania: Badania zostały sfinansowane przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej (Warszawa, Polska) w ramach projektu TEAM TECH Grant nr TEAM TECH/2016-2/15 (POIR.04.04.00-00-204B/16-00) „Projektowanie molekularne, synteza i zastosowanie fotoinicjatorów-katalizatorów (PICs) do reakcji fotopolimeryzacji”.

## **Ciekłe kryształy domieszkowane nanocząstkami i ograniczone geometrycznie – nowe zjawiska fizyczne i możliwości technologiczne**

**Stanisław A. Róžański**, *srozansk@asta-net.com.pl*, *Akademia Nauk Stosowanych im. Stanisława Staszica w Pile*, *www.fizyka.ans.pila.pl*

Ciekłe kryształy (CK) są materiałami znajdującymi obecnie szerokie zastosowanie w technologiach dotyczących obrazowania informacji. Wykorzystuje się je w ekranach telewizyjnych, monitorach komputerów, wyświetlaczach w zegarkach oraz innym sprzęcie codziennego użytku. CK są materiałami organicznymi o dość złożonej strukturze molekularnej. Nowe materiały ciekłokrystaliczne otrzymuje się głównie na drodze syntezy chemicznej. Jednak w ostatnich latach nastąpił gwałtowny rozwój badań związanych z modyfikacją materiałów ciekłokrystalicznych za pomocą różnego rodzaju domieszek, które stanowią nanocząstki (NP) takie jak krzemionka płomieniowa, NP złota, kropki kwantowe, nanorurki grafenowe, itp.

Wprowadzenie NP do CK umożliwia modyfikację ich własności fizycznych bez potrzeby syntezy nowych materiałów ciekłokrystalicznych. Obecność NP o odpowiedniej koncentracji wpływa na modyfikację własności elektrooptycznych, przewodnictwa, czy zwiększenie stabilności kreślonych faz ciekłokrystalicznych (np. niebieskiej fazy). Znacząco zmieniają się własności termodynamiczne CK, np. charakter przejścia fazowego, temperatura przejścia fazowego, a także dynamika relaksacji procesów molekularnych i kolektywnych.

Omówione powyżej efekty związane z domieszkowaniem CK za pomocą NP przejawiają się również w przypadku CK ograniczonych geometrycznie, np. po umieszczeniu w membranach porowatych, szklach porowatych, itp. W zależności od struktury matrycy oraz rozmiarów porów główną rolę odgrywają oddziaływania z powierzchnią, czy efekty rozmiarów skończonych.

W niniejszej pracy dokonano przeglądu najnowszych osiągnięć w dziedzinie materiałów CK domieszkowanych NP oraz wpływu ograniczeń geometrycznych na własności fizyczne różnych mezofaz.

## **Druk 3D z metalu z wykorzystaniem procesu elektrolizy w fazie wodnej**

**Dawid Kiesiewicz**, *dawkies\_103@wp.pl*, Koło Naukowe Fotochemii Stosowanej, Koło Naukowe Chemii Fizycznej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska

**Maciej Pilch**, *maciej.pilch@doktorant.pk.edu.pl*, Zespół Fotochemii Stosowanej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska

**Joanna Ortyl**, *joanna.ortyl@pk.edu.pl*, Zespół Fotochemii Stosowanej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska

**Małgorzata Noworyta**, *malgorzata.noworyta@student.pk.edu.pl*, Koło Naukowe Fotochemii Stosowanej, Koło Naukowe Chemii Fizycznej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska

**Paweł Jamróz**, *pawel.jamroz@student.pk.edu.pl*, Koło Naukowe Fotochemii Stosowanej, Koło Naukowe Chemii Fizycznej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska

**Zuzanna Wątor**, *zuzanna.wator@student.pk.edu.pl*, Koło Naukowe Chemii Fizycznej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska

**Bartosz Oksiuta**, *Bartosz.oksiuta@student.pk.edu.pl*, Koło Naukowe Fotochemii Stosowanej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska

Druk 3D z metalu jest jedną z gałęzi sektora druku 3D, która wymaga rozwoju w celu umożliwienia jej wykorzystania przez małych i średnich użytkowników. Do drukowania obiektów trójwymiarowych z metalu wykorzystuje się najczęściej metodę spiekania proszków metali. Zakup takiej drukarki 3D do metalu jest nadal bardzo kosztowny, przez co na posiadanie własnego urządzenia do druku 3D z metalu na poziomie przemysłowym mogą pozwolić sobie jedynie duże podmioty. W ramach przeprowadzonych prac badawczych podjęto się opracowania prototypu urządzenia wykorzystującego jako materiał wejściowy do drukowania trójwymiarowych obiektów metalowych wodne roztwory elektrolitów które są tańsze, bezpieczniejsze dla zdrowia użytkownika oraz korzystniejsze pod względem zachowania czystości miejsca pracy. Skonstruowana pierwsza wersja prototypu rozważanego urządzenia pozwala na druk obiektów typu 2,5D o wymiarach 8 cm x 15 cm x 10 cm.



W początkowym etapie prac badawczych mających na celu opracowanie metodologii druku 3D z zastosowaniem zaproponowanego urządzenia oraz dobór parametrów procesowych, skupiono się głównie na zbadaniu wpływu składu kąpeli galwanicznej oraz parametrów prądowych procesu na strukturę otrzymywanego metalu. Wyjściowe parametry procesowe dobrano na bazie literatury z obszaru nanoszenia cienkich powłok metalowych (np. antykorozyjnych). Jednakże ponieważ w procesie wytwarzania obiektów 2,5D oraz 3D występuje znacznie większa liczba czynników wpływających na jakość powstającego produktu, także wyjściowo dobrane wartości parametrów procesowych okazały się dalekie od opracowanych optymalnych parametrów prowadzenia procesu. Proces druku 2,5D z miedzi prowadzono z zastosowaniem prostego elektrolitu na bazie siarczanu(VI) miedzi(II) oraz odpowiednich dodatków wpływających m.in. na wielkość ziaren oraz strukturę powstającego metalu. W ramach prac badawczych stwierdzono iż elektroliza w wodnych roztworach elektrolitów może zostać zastosowana jako wydajny proces bazowy do druku obiektów przestrzennych z niektórymi metalami, pod warunkiem właściwego doboru parametrów procesowych oraz zastosowania odpowiednich rozwiązań konstrukcyjnych w urządzeniu do druku 3D gwarantujących niezakłócony przebieg procesu osadzania.

Prace badawcze prowadzone były w ramach projektu LIDER XII (nr umowy LIDER/51/0270/L-12/20/NCBR/2021) finansowanego ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

## **Dyspersyjna i temperaturowa zależność stałej Kerra w optycznie izotropowych ciekłych kryształach**

**Tetiana Yevchenko**, [tetiana.yevchenko@ifmpan.poznan.pl](mailto:tetiana.yevchenko@ifmpan.poznan.pl), Zakład Fizyki Ciekłych Kryształów, Instytut Fizyki Molekularnej Polskiej Akademii Nauk, [www.ifmpan.poznan.pl](http://www.ifmpan.poznan.pl)

**Dorota Dardas**, [dorota.dardas@ifmpan.poznan.pl](mailto:dorota.dardas@ifmpan.poznan.pl), Zakład Fizyki Ciekłych Kryształów, Instytut Fizyki Molekularnej Polskiej Akademii Nauk, [www.ifmpan.poznan.pl](http://www.ifmpan.poznan.pl)

**Arkadiusz C. Brańka**, [arkadiusz.branka@ifmpan.poznan.pl](mailto:arkadiusz.branka@ifmpan.poznan.pl), Zakład Fizyki Ciekłych Kryształów, Instytut Fizyki Molekularnej Polskiej Akademii Nauk, [www.ifmpan.poznan.pl](http://www.ifmpan.poznan.pl)

Elektrooptyczny efekt Kerra to zjawisko, polegające na pojawieniu się dwójłomności w ośrodkach izotropowych pod wpływem przyłożonego pola elektrycznego. Przykładami ośrodków optycznie izotropowych są ciecze, ciekłe kryształy w fazie izotropowej, fazy błękitne (BP) oraz kryształy z centrosymetrycznymi grupami punktowymi. Fazy błękitne tworzą się pomiędzy fazą izotropową a cholesteryczną: błękitna faza BPIII o strukturze amorficznej, błękitna faza BPII z o strukturze regularnej centrowanej przestrzennie oraz faza błękitna BPI o strukturze regularnej prymitywnej.

Po przyłożeniu pola elektrycznego do materiału dielektrycznego, pojawia się dwójłomność, gdzie różnica współczynników załamania jest proporcjonalna do kwadratu pola elektrycznego. Współczynnikiem proporcjonalności jest stała Kerra, wyznaczenie której wciąż pozostaje nierutynową procedurą. W przypadku faz błękitnych stała Kerra ma względnie dużą wartość, co ma znaczenie m.in., dla obniżania napięcia roboczego w urządzeniach elektrooptycznych nowej generacji. Inną istotną zaletą BP są submilisekundowe czasy przełączania ze stanu izotropowego do anizotropowego.

Stała Kerra jest „stałą” tylko z nazwy i w praktyce to złożona wielkość fizyczna, która zależy od wielu parametrów w tym od temperatury (T) i od długość fali światła ( $\lambda$ ). Zależności temperaturowo-dyspersyjne dla faz BP są mało poznane, głównie z powodu braku efektywnych metod ich określania. Zaproponowano szereg schematów służących do wyznaczania stałej Kerra, jednak żaden nie może być uznany za dostatecznie satysfakcjonujący.

W prezentacji omówione zostaną metody najczęściej stosowane do wyznaczania stałej Kerra w fazach błękitnych oraz zaprezentowana zostanie nowa, uproszczona metoda elektrooptyczna jej wyznaczania. Przedstawione zostaną zależności temperaturowo-dyspersyjne uzyskane dla faz optycznie izotropowych.

Badania sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki (NCN) – grant nr. 2017/25/B/ST3/00564.

## **Nanotechnologia dla środowiska: wykorzystanie nanocząstek w monitorowaniu, ograniczaniu emisji i usuwaniu zanieczyszczeń powietrza**

*Justyna Jońca, justyna.jonca@pwr.edu.pl, Katedra Inżynierii Ochrony Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Wrocławska, <https://wis.pwr.edu.pl/>*

*Izabela Sówka, izabela.sowka@pwr.edu.pl, Katedra Inżynierii Ochrony Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Wrocławska, <https://wis.pwr.edu.pl/>*

Zanieczyszczenie powietrza wynikające z działalności człowieka jest jednym z największych problemów, z jakimi boryka się dziś świat. Nanocząstki, ze względu na swoje właściwości fizyczne i chemiczne, są bardzo obiecującym rozwiązaniem w walce z tym wyzwaniem. Różnorodne materiały zaprojektowane w nanoskali takie, jak: żelazo, dwutlenek tytanu, krzemionka, tlenek cynku, nanorurki węglowe, dendrymery, polimery są coraz częściej stosowane jako nanoadsorbenty, nanofiltrery oraz nanokatalizatory w procesach oczyszczania powietrza. Usuwając różnego rodzaju zanieczyszczenia należy również monitorować efektywność tych zabiegów. Z pomocą mogą przyjść nanoczujniki, czyli urządzenia pomiarowe, których działanie opiera się na zastosowaniu nanocząstek.

Celem przeglądu jest zatem analiza obecnego stanu literatury dotyczącej zastosowania nanomateriałów w oczyszczaniu i monitorowaniu powietrza. W pracy przedstawiono zarówno wyniki własne, jak i prace innych grup badawczych.

Rozważając zastosowanie materiałów opracowanych w nanoskali, należy mieć na uwadze, że niektóre z nich mogą mieć szkodliwy wpływ na środowisko oraz zdrowie ludzi. W pracy przedstawiono zatem obawy dotyczące transportu i konwersji nanocząstek odprowadzanych do otoczenia. Potencjalne zagrożenia wynikające ze stosowania nanotechnologii sprawiły, że większość z tych środków zaradczych znajduje się na etapie badań. Na rynku dostępnych jest tylko kilka produktów komercyjnych do ich zastosowania na dużą skalę. Oczekuje się jednak, że w nadchodzących latach pojawi się wiele nanonarzędzi mających zastosowanie w monitorowaniu, ograniczaniu emisji i usuwaniu zanieczyszczeń z powietrza.

## **Tworzenie heterozłączy na bazie nanocząstek tlenków metali i ich zastosowanie w konstrukcji czujników gazu**

*Justyna Jońca, justyna.jonca@pwr.edu.pl, Katedra Inżynierii Ochrony Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Wroclawska*

Zastosowanie zminiaturyzowanych czujników gazu wzbudza coraz większe zainteresowanie w takich dziedzinach jak monitorowanie środowiska, bezpieczeństwo, diagnostyka medyczna i rolnictwo. Detektory oparte na półprzewodnikowych tlenkach metali (MOS) są najpopularniejszym wyborem w zastosowaniach komercyjnych ze względu na swoje liczne zalety w postaci długiego czasu życia, niskiej ceny, małych rozmiarów i wysokiej czułości. Na działanie czujników mają wpływ różne parametry, w tym temperatura pracy urządzenia, fizyczne i chemiczne właściwości materiałów czujnikowych (np. wielkość ziarna, gęstość defektów i obecność luk tlenowych), czy konstrukcja samego detektora (np. geometria elektrod). Jednym z rozwiązań intensywnie badanych w ostatnim czasie jest wykorzystanie osiągnięć nanotechnologii w celu zaprojektowania warstw czułych w nanoskali. Co więcej, tworzenie heterozłączy na bazie nanomateriałów MOS (tzw. heteronanostruktur) może wywierać dodatkowy wpływ na właściwości czujników i poprawiać ich parametry, co zostało szczegółowo przeanalizowane.

W pracy przedstawiono zatem kilka koncepcji w projektowaniu czujników gazu na bazie heteronanostruktur. Do każdej z nich przypisano po kilka przykładów oraz szczegółowo omówiono mechanizm detekcji. Ponadto omówiono zarówno wpływ wzajemnego połączenia nanomateriałów, jak i sposobu ich umieszczania na elektrodach na wydajność czujnika. W pracy skupiono się na wynikach badań własnych i porównano je z osiągnięciami opisanymi przez inne grupy badawcze.

## **Wpływ domieszki nanocząstek szkła sodowego na głębokość penetracji wody pod ciśnieniem w eko-fibrokompozytach cementowo-szklanych**

**Waldemar Łasica**, [waldemar.lasica@wat.edu.pl](mailto:waldemar.lasica@wat.edu.pl), Laboratorium Badawcze WIG, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Wojskowa Akademia Techniczna, [www.wat.edu.pl](http://www.wat.edu.pl)

**Marcin Małek**, [marcin.malek@wat.edu.pl](mailto:marcin.malek@wat.edu.pl), Laboratorium Badawcze WIG, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Wojskowa Akademia Techniczna, [www.wat.edu.pl](http://www.wat.edu.pl)

Temat zawarty w wystąpieniu dotyczył wpływu domieszki nanocząstek szkła sodowego na głębokość penetracji wody pod ciśnieniem w eko-fibrokompozytach cementowo-szklanych. Zaproponowano rozwiązanie w postaci eko-fibrokompozytu o podwyższonej odporności na działanie wody. Przedstawiono nową metodę projektowania składu receptur eko-fibrokompozytów uwzględniającą domieszkę nanocząstek szkła sodowego oraz dodatku odpadowych makrowłókien polimerowych lub mikrowłókien bambusowych. Nowa metoda projektowa umożliwiła redukcję referencyjnej masy spoiwa cementowego oraz wprowadzeniu częściowych substytutów w postaci odpadowych spoiw przemysłowych, tj. pyły krzemionkowe, popioły lotne krzemionkowe i wapienne oraz pyły pochodzące z łupka palonego i granulowanego żużla wielkopiecowego. Opisano nową koncepcję projektowania szklanych stosów okruczowych modyfikowanych domieszką nanocząstek szkła sodowego. Przedstawiono warianty uziarnień szklanych stosów okruczowych wraz z opisem metody projektowania uwzględniającej domieszkę uszczelniacza w postaci nanocząstek szkła sodowego. Scharakteryzowano składy eko-fibrokompozytów, tj. nanocząstki szkła sodowego, nowe spoiwa niskoklinierowe, domieszki na bazie skrobi, odpadowe makrowłókna polimerowe oraz mikrowłókna bambusowe jak również konstrukcje stosów okruczowych eko-fibrokompozytów cementowo-szklanych o uziarnieniu 0/2 mm; 0/4 mm oraz 0/8mm. Zawarto wyniki badań własnych koncentrujących się na określeniu wartości głębokości penetracji wody pod ciśnieniem, działającej na powierzchnię eko-fibrokompozytu modyfikowanych domieszką nanocząstek szkła sodowego.

## **Wpływ domieszki nanokrzemionki na wodoszczelność eko-kompozytów cementowo-szklanych**

**Waldemar Łasica**, *waldemar.lasica@wat.edu.pl, Laboratorium Badawcze WIG, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Wojskowa Akademia Techniczna, www.wat.edu.pl*

**Marcin Małek**, *marcin.malek@wat.edu.pl, Laboratorium Badawcze WIG, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Wojskowa Akademia Techniczna, www.wat.edu.pl*

Temat wystąpienia dotyczył wpływu domieszki nanokrzemionki na wodoszczelność eko-kompozytów cementowo-szklanych mogących znaleźć zastosowanie w budownictwie hydrotechnicznym. Przedstawiono nową metodę projektowania składu receptur eko-kompozytów cementowo-szklanych opartą na rozwiązaniach proekologicznych. Główne założenia metody projektowej koncentrowały się na redukcji masy spoiwa cementowego w składzie mieszanki, wprowadzeniu dwóch odpadowych spoiw przemysłowych jako częściowych substytutów cementu portlandzkiego CEM I. Drugorzędne założenia nowej metody projektowej dotyczyły zastosowania odpadowych mikrowłókien i makrowłókien w postaci kordów stalowych lub tekstylnych jako zbrojenia rozproszonego oraz wprowadzenia nanokrzemionki w roli uszczelnacza stosów okrucowych. Zawarto opis koncepcji równoległego zastosowania dwóch współczynników aktywności pucolanowej lub hydraulicznej w metodzie projektowania składu mieszanek cementowo-szklanych. Dokonano charakterystyki składników eko-kompozytów, tj. spoiwa hydrauliczne specjalne, spoiwa o niskiej zawartości klinkieru, odpadowe dodatki wiążące generowane w procesach energetycznego spalania paliw kopalnych, biopolimerowe domieszki chemiczne oraz domieszkę nanokrzemionki. Przedstawiono innowacyjne rozwiązania konstrukcji szklanych stosów okrucowych zaprojektowanych z grup frakcji odpadowego szkła sodowego uszczelnionego odpadowymi frakcjami mączki szkła sodowego i domieszką nanokrzemionki. Przedstawiono wyniki badań własnych w zakresie trwałości stwardniałego eko-kompozytu cementowo-szklanego ze strukturą wewnętrzną modyfikowaną domieszką nanokrzemionki, tj. badanie wodoszczelności dla zmiennych wartości ciśnienia wody oddziałującej na powierzchnię próbek oraz badanie mrozoodporności stwardniałych eko-kompozytów cementowo-szklanych.

## **Wpływ nanododatków nieorganicznych na kinetykę procesów fotopolimeryzacji**

**Bartosz Oksiuta**, *oksiutabartosz@gmail.com, Koło Naukowe Fotochemii Stosowanej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska*

**Paweł Jamróż**, *pawel.jamroz42@gmail.com, Koło Naukowe Fotochemii Stosowanej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska*

**Magdalena Jankowska**, *magdajankowska11@gmail.com, Koło Naukowe Fotochemii Stosowanej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska*

**Małgorzata Noworyta**, *noworyta.mal@gmail.com, Koło Naukowe Fotochemii Stosowanej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska*

**Dawid Kiesiewicz**, *dawkies\_103@wp.pl, Koło Naukowe Fotochemii Stosowanej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska*

**Dawid Oksiuta**, *dawidoks.02@gmail.com, Koło Naukowe Fotochemii Stosowanej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska*

**Weronika Wałczyk**, *weronikawalczyk24@gmail.com, Koło Naukowe Fotochemii Stosowanej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska*

**Joanna Ortyl**, *joanna.ortyl@photohitech.com, Photo HiTech Sp. z o.o., Photo4Chem sp. z o.o., Koło Naukowe Fotochemii Stosowanej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska*

Obecnie druk 3D z zastosowaniem fotopolimeryzacji znalazł zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu takich jak między innymi jubilerstwie oraz w medycynie i stomatologii, powszechne jest także wykorzystanie druku 3D w prototypowaniu. Wraz z rozwojem tej techniki wytwarzania i rosnącymi z tym możliwościami wykorzystania tej metody, na rynku pojawiło się zapotrzebowanie na nowe materiały używane do druku 3D posiadające zróżnicowane właściwości.

Wykorzystanie nanododatków jako składników żywic fotoutwardzalnych daje dotychczas nieznanne możliwości. Możliwe jest że w raz z technologią druku 3D wypełnią one lukę, jaka powstała na rynku w związku z zapotrzebowaniem na nowe innowacyjne materiały które będą mogły znaleźć zastosowanie do rozwiązywania różnorodnych problemów przemysłu 4.0.



W niniejszej pracy przedstawiono wpływ nanododatków na procesy polimeryzacji żywic, które potencjalnie mogą znaleźć zastosowanie jako materiał do druku 3D. Do zbadania wpływu nanododatków na procesy fotopolimeryzacji wykorzystano metodę Real-Time FT-IR.

Podsumowując, w aspekcie przyszłościowym zastosowanie nanododatków jako składników żywic foto utwardzalnych ma w sobie duży potencjał, który rozwijany może znieść pewne ograniczenia i otworzyć drogę do rozwoju wybranych technologii, natomiast badania nad wpływem tych dodatków na żywice mogą się do tego znacząco przyczynić.

Podziękowania: Badania zostały sfinansowane przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej (Warszawa, Polska) w ramach projektu TEAM TECH Grant nr TEAM TECH/2016-2/15 (POIR.04.04.00-00-204B/16-00) „Projektowanie molekularne, synteza i zastosowanie fotoinicjatorów-katalizatorów (PICs) do reakcji fotopolimeryzacji”.

## **Wpływ nanonapełniaczy nieorganicznych na właściwości fotochemiczne i fotofizyczne kompozytów otrzymywanych w procesach fotopolimeryzacji rodnikowej**

**Małgorzata Noworyta**, [noworyta.mal@gmail.com](mailto:noworyta.mal@gmail.com), Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki w Krakowie, [www.pk.edu.pl](http://www.pk.edu.pl)

**Monika Topa-Skwarczyńska**, [monika.topa@doktorant.pk.edu.pl](mailto:monika.topa@doktorant.pk.edu.pl), Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki w Krakowie, [www.pk.edu.pl](http://www.pk.edu.pl); Photo4Chem, Kraków, [www.photo4chem.com](http://www.photo4chem.com)

**Dawid Kiesiewicz**, [dawid.kiesiewicz@student.pk.edu.pl](mailto:dawid.kiesiewicz@student.pk.edu.pl), Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki w Krakowie, [www.pk.edu.pl](http://www.pk.edu.pl)

**Paweł Jamróż**, [pawel.jamroz@student.pk.edu.pl](mailto:pawel.jamroz@student.pk.edu.pl), Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki w Krakowie, [www.pk.edu.pl](http://www.pk.edu.pl)

**Bartosz Oksiuta**, [bartosz.oksiuta@student.pk.edu.pl](mailto:bartosz.oksiuta@student.pk.edu.pl); Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki w Krakowie, [www.pk.edu.pl](http://www.pk.edu.pl)

**Joanna Ortyl**, [joanna.ortyl@pk.edu.pl](mailto:joanna.ortyl@pk.edu.pl), Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki w Krakowie, [www.pk.edu.pl](http://www.pk.edu.pl); Photo4Chem, Kraków, [www.photo4chem.com](http://www.photo4chem.com); Photo HiTech, Kraków, [www.photohitech.com](http://www.photohitech.com)

Nanotechnologia jest intensywnie rozwijająca się dziedziną łączącą wiele aspektów takich jak: chemia, medycyna oraz informatyka. Jednym z istotnych elementów nanotechnologii są nanomateriały, czyli związki, których wielkość nie przekracza 100 nm. Wśród nanomateriałów można wyróżnić między innymi; nanomateriały punktowe, nanopłytki, nanorurki, nanowłókna, nanoprety, oraz nanocząstki. Nanotechnologia znalazła swoje zastosowanie m.in. w procesach fotopolimeryzacji czyli polimeryzacji inicjowanej fotochemicznie, gdzie wolne rodniki (w przypadku fotopolimeryzacji rodnikowej) lub jony (w przypadku fotopolimeryzacji kationowej) tworzone są podczas napromieniowania fotoinicjatorów światłem z zakresu UV-Vis. Do procesu

fotopolimeryzacji stosuje się nanokompozyty, które w swoim składzie zawierają organiczną osnowę polimerową (czyli monomer, fotoinicjator) oraz nanonapełniczą, którym mogą być nanotlenki metali takich jak cynk czy aluminium lub nanotlenek krzemu. Właściwości fizykochemiczne nanokompozytów uzależnione są od rozdrobnienia i dyspersyjności nanonapełniacza. Zastosowanie nanocząstek w otrzymywaniu kompozytów prowadzi do otrzymania nanokompozytu o lepszych właściwościach mechanicznych w porównaniu do kompozytu bez nanododatku. Nanokompozyty cechują się między innymi; większą twardością, odpornością na ścieranie oraz mniejszym skurczem polimeryzacyjnym. Zastosowanie nanonapełniacza wpływa na barwę oraz transparentność otrzymywanych nanokompozytów.

W pracy przedstawiono wpływ dodatku nanonapełniaczy nieorganicznych na kinetykę procesu fotopolimeryzacji rodnikowej oraz na właściwości fizyczne otrzymanych nanokompozytów.

Podziękowania: Badania zostały sfinansowane przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej (Warszawa, Polska) w ramach projektu TEAM TECH Grant nr TEAM TECH/2016-2/15 (POIR.04.04.00-00-204B/16-00) „Projektowanie molekularne, synteza i zastosowanie fotoinicjatorów-katalizatorów (PICs) do reakcji fotopolimeryzacji”.

## Indeks Autorów

Brańka A.C. ....	25
Dardas D. ....	25
Gałużka K. ....	16
Jamróz P. ....	16, 18, 20, 23, 31, 33
Jankowska M. ....	20, 31
Jońca J. ....	27, 28
Jurewicz M. ....	15
Kiesiewicz D. ....	16, 20, 23, 31, 33
Kołodziejczyk Ł. ....	11
Leszczyńska-Sejda K. ....	12
Łasica W. ....	29, 30
Małek M. ....	29, 30
Noworyta M. ....	20, 23, 31, 33
Oksiuta B. ....	16, 20, 23, 31, 33
Oksiuta D. ....	16, 31
Ortyl J. ....	16, 18, 20, 23, 31, 33
Pilch M. ....	18, 23
Różański S.A. ....	22
Sówka I. ....	27
Topa-Skwarczyńska M. ....	16, 33
Wańczyk W. ....	16, 31
Wątor Z. ....	18, 20, 23
Yevchenko T. ....	25



Wydawnictwo  
**TYGIEL**

Zapraszamy do zapoznania się z aktualną ofertą  
**Wydawnictwa Naukowego TYGIEL**

[kontakt@wydawnictwo-tygiel.pl](mailto:kontakt@wydawnictwo-tygiel.pl)

[www.wydawnictwo-tygiel.pl](http://www.wydawnictwo-tygiel.pl)



© DZIAŁALNOŚĆ

#### Wydawnictwo

Wydawnictwo Naukowe TYGIEL to podmiot zrodzony z doświadczenia oraz zaangażowania zespołu osób w pełni poświęconych promocji nauki i szeroko rozumianego rozwoju.

Publikowane przez nas prace są odzwierciedleniem trendów badawczych oraz zainteresowań naukowych środowiska akademickiego.



© DZIAŁALNOŚĆ

#### Biblioteka Cyfrowa

Biblioteka Cyfrowa należąca do Wydawnictwa Naukowego TYGIEL zawiera wszystkie publikacje wydawane przez Wydawnictwo. Dodatkowo została przyłączona do Federacji Bibliotek Cyfrowych, dzięki czemu mogą Państwo przeglądać zbiory udostępniane na całym świecie.



© DZIAŁALNOŚĆ

#### Czasopisma naukowe

Wydawnictwo Naukowe TYGIEL rozpoczęło prace nad kilkoma tytułami czasopism naukowych. Więcej szczegółów wraz z aktualnym stanem prac dostępne jest w zakładce „Czasopisma naukowe”. Osoby zainteresowane współpracą prosimy o kontakt.

16 września 2022 roku w formie online odbyła się Konferencja Naukowa poświęcona badaniom i osiągnięciom z zakresu nanotechnologii. Organizatorem wydarzenia była Fundacja na rzecz promocji nauki i rozwoju TYGIEL.

W problematykę Konferencji wprowadzili nas: dr hab. inż. Katarzyna Leszczyńska-Sejda (Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych) oraz dr hab. inż. Łukasz Kołodziejczyk (Politechnika Łódzka). Po każdym wykładzie nastąpiła dyskusja panelowa, podczas której słuchacze wystąpień mogli zadawać pytania Gościom Honorowym. Kolejnym punktem spotkania były wystąpienia uczestników. Podczas Konferencji rozmawialiśmy m.in. o najnowszych osiągnięciach nanotechnologii oraz kierunkach, w których zmagają się prowadzone obecnie badania.

*IV Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Kierunek NANO – badania i osiągnięcia z obszaru nanotechnologii”* zgromadziła uczestników reprezentujących środowisko naukowe – studentów, doktorantów i pracowników naukowych. Organizatorem Konferencji była Fundacja na rzecz promocji nauki i rozwoju TYGIEL.



Fundacja  
**TYGIEL**

ISBN 978-83-67194-71-6



9 788367 194716