

XV Konferencja Naukowo-Techniczna

MATERIAŁY WĘGLOWE I KOMPOZYTY POLIMEROWE

NAUKA - PRZEMYSŁ' 2023

17 - 20 października 2023

USTRÓŃ – Jaszowiec, Pensjonat JAWOR

ORGANIZATORZY



- Polskie Towarzystwo Węglowe
- Sieć Badawcza ŁUKASIEWICZ- Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu, Centrum Farb i Tworzyw w Gliwicach
- Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Katedra Biomateriałów i Kompozytów, Kraków
- Sekcja Węglowa przy ZG Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego

PATRONAT NAD KONFERENCJĄ OBJĘLI:

- Komitet Inżynierii Materiałowej i Metalurgii PAN, Sekcja Materiałów Niemetalowych



- Polskie Towarzystwo Materiałów Kompozytowych



PATRONAT WSPIERAJĄCY KONFERENCJĘ - Tokai COBEX Polska. Sp. z o. o

PATRONAT MEDIALNY CZASOPISM:



ISBN: 978-83-63555-64-1

Opracowanie: dr inż. Lidia Kurzeja

Wydawca: Sieć Łukasiewicza- IMPIB , Toruń

CEL I TEMATYKA KONFERENCJI

Jest to cykliczna, coroczna konferencja Naukowo-Techniczna, której celem jest prezentacja aktualnych wyników badań i tendencji dalszego rozwoju w zakresie otrzymywania, badania i zastosowania materiałów węglowych i kompozytów polimerowych oraz surowców do ich wytwarzania.

Celem organizatorów jest stworzenie forum do wymiany poglądów i doświadczeń oraz zwiększenie integracji pomiędzy środowiskiem naukowym i przemysłem.

KOMITET NAUKOWY

Przewodnicząca: Dr hab. inż. Aneta FRĄCZEK- SZCZYPTA,

Prezes Polskiego Towarzystwa Węglowego, Prof. AGH, Kraków,

v-ce przewodniczący:

Prof. dr hab. inż. Anna BOCZKOWSKA, Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Materiałowej, Dziekan Wydziału, członek zarządu PTW

Dr inż. Mariola BODZEK- KOCHŁ, Sieć Badawcza Łukasiewicz IMPIB w Toruniu, Dyrektor Centrum Farb i Tworzyw w Gliwicach

Dr hab. Paweł SZROEDER, prof. UKW; Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, Wydział Fizyki, v-ce prezes PTW

Członkowie:

Prof. dr hab. inż. Stanisław BŁAŻEWICZ, PTW, AGH, Kraków

Prof. dr hab. Elżbieta FRĄCKOWIAK, Politechnika Poznańska, Wydział Technologii Chemicznej, członek PAN, członek Zarządu PTW

Mgr inż. Grzegorz ROGOWSKI, V-ce Prezes Zarządu Tokai Cobex Polska Sp. z o.o., Dyrektor Zakładu w Raciborzu, członek Zarządu PTW

Prof. dr hab. Stanisław BINIAK, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, członek Zarządu PTW

Prof. dr hab. inż. Grażyna GRYGLEWICZ, Politechnika Wrocławska, Wydział Chemiczny, kierownik Katedry Inżynierii Procesowej i Technologii Materiałów Polimerowych i Węglowych, przewodnicząca dyscypliny Inżynieria Chemiczna, członek Zarządu PTW

Dr inż. Lidia KURZEJA, członek Komisji Rewizyjnej Zarządu PTW, SITPChem Gliwice

Mgr inż. Jacek OGÓREK, Tokai Cobex Polska Sp. z o.o., Racibórz, v-ce prezes PTW

Dr Marlena MAŚLANKA, dyrektor Sieci Badawczej ŁUKASIEWICZ IMPIB w Toruniu

Prof. dr hab. Robert PIETRZAK, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Prodziekan Wydziału Chemii, v-ce prezes PTChem.

Mgr inż. Marcin RZEMIŃSKI, SGL Graphite Solutions Polska Sp. z o.o., Nowy Sącz, członek Zarządu PTW

Dr hab. Andrzej SWINAREW, prof. UŚ; Wydział Nauk Ścisłych Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach, Koordynator Szkoły doktorskiej ds. doktoratów wdrożeniowych i grantowych

KOMITET ORGANIZACYJNY

dr inż. Lidia Kurzeja - Przewodnicząca

dr hab. prof. UAM Mateusz Kempański, UAM Poznań

dr inż. Ewa Langer, Sieć Badawcza Łukasiewicz, IMPIB, Toruń

dr hab. prof. Pol. Śl. Mirosława Pawłyta,

mgr inż. Grażyna Król; SITPChem Gliwice

PROGRAM RAMOWY

17 października (wtorek)

16.00 - Rejestracja
18.00 - Kolacja

18 października (środa)

8.00 - 10.00 Rejestracja, Śniadanie
10.00 - 10.10 Otwarcie Konferencji
10.10 - 11.40 Referaty, komunikaty, dyskusja
11.40 - 12.00 Przerwa
12.00 - 13.20 Referaty, komunikaty, dyskusja
13.20 - 15.00 Obiad
15.00 - 16.30 Referaty, komunikaty, dyskusja
16.30 - 16.50 Przerwa
16.50 - 18.20 Referaty, komunikaty, dyskusja

19.30 - Spotkanie integracyjne przy muzyce

19 października (czwartek)

8.00 - 9.00 śniadanie
9.00 - 11.00 Referaty, komunikaty, dyskusja
11.00 - 13.00 SESJA POSTEROWA
13.00 - 15.00 Obiad
15.00 - 16.30 Prezentacja firm
16.30 - 16.50 przerwa
16.50 - 18.00 **Zebrańie Zarządu i Komisji Rewizyjnej PTW**

20.00 - Uroczysta kolacja i wręczenie dyplomów

20 października (piątek)

8.00 - 9.00 Śniadanie
9.00 - 11.00 Referaty, komunikaty, dyskusja
11.00 - 12.00 Dyskusja i Zakończenie konferencji
12.00 - Obiad
13.00 - 16.00 Możliwa wycieczka Pętla Beskidzką

ŚRODA, 18 października 2023r.

10.00 -10.10. OTWARCIE KONFERENCJI :

dr hab. inż., prof. AGH Aneta FRĄCZEK- SZCZYPTA ,

10.10 - 11.40. Sesja I. Przewodniczący: prof. dr hab. inż. Stanisław BŁAŻEWICZ

Otrzymywanie, badanie i zastosowanie materiałów węglowych

strona

**Piotr A. GAUDEN¹, Mirosław JABŁOŃSKI¹, Sylwester FURMANIAK², Jerzy P. ŁUKASZEWICZ^{1,3},
Karol KURKOWSKI¹, Julia PACHNIEWSKA¹, Mateusz SZTYLER¹, Piotr KAMEDULSKI¹,** **19**

WYKORZYSTANIE MATERIAŁÓW WĘGLOWYCH W PROCESIE ROZSZCZEPIENIA WODY

¹Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Wydział Chemii, ²Akademia Nauk Stosowanych im. Stanisława Staszica w Pile,

³Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii, Toruń

Lidia MOSIŃSKA¹, Paweł POPIELARSKI¹, Robert SZCZĘSNY², Ekaterina SHAGIEVA³ **20**

THE LUMINESCENT PROPERTIES OF HFCVD ULTRA-NANODIAMONDS

¹Institute of Physics, Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz

Jacek ANDRZEJEWSKI¹, Mateusz MARKOWSKI² **21**

MATERIAŁY BIEWĘGLOWE JAKO ALTERNATYWNY RODZAJ NAPEŁNIACZY POLIMEROWYCH

¹ Politechnika Poznańska, Instytut Technologii Materiałów, ² Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii
Materiałowej i Fizyki Technicznej,

**Daniel KACZOR^{1,2}, Krzysztof BAJER¹, Grzegorz DOMEK², Aneta RASZKOWSKA-KACZOR¹,
Paweł SZROEDER³** **22**

KOMPOZYTY POLIMEROWE NA BAZIE POLILAKTYDU Z NAPEŁNIACZEM NANOWĘGLOWYM

¹Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników, Toruń

²Wydział Mechatroniki, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz;³Instytut Fizyki,
Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz

11.40 - 12.00 . przerwa

Materiały węglowe i polimerowe. Badanie , otrzymywanie i zastosowanie

Mirosława PAWLYTA¹

23

DIFFICULT ELECTRON DIFFRACTION PATTERNS OF NANOSTRUCTURED CARBON MATERIALS

¹ Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Laboratorium Badania Materiałów,

24

Emilia IRZMAŃSKA¹, Anna **BOCZKOWSKA**², Emilia **ŻYŁKA**¹, Magdalena **JURCZYK-KOWALSKA**²,
Kamila **STRYCHARZ**², Paweł **SCHROEDER**³

**PARAMETRY OCHRONNE TEKSTYLNYCH MATERIAŁÓW POWLEKANYCH ZAWIERAJĄCYCH
GRAFIT I NANORURKI WĘGLOWE Z PRZEZNACZENIEM NA ZABEZPIECZENIA W ŚRODOWISKU
PRACY**

¹ Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Łódź; ² Politechnika Warszawska, Wydział
Inżynierii Materiałowej; ³ Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy,

25

Michał MISIAK¹, Paulina **LATKO-DURALEK**^{1,2}, Kamil **MAJCHROWICZ**¹, Karol **SZŁĄZAK**¹,
Anna **BOCZKOWSKA**^{1,2}

**ZASTOSOWANIE ELEKTROPRZEWODZĄCYCH KLEJÓW TERMOTOPLIWYCH W DRUKU 3D
METODĄ FDM**

¹ Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Materiałowej, Warszawa

² Fundacja Partnerstwa Technologicznego, Warszawa

13.20 - 15.00. obiad

15.00 - 16.30. Sesja III. Przewodnicząca: prof. dr hab. inż., Anna BOCZKOWSKA

**Kompozyty polimerowe i polimerowo-węglowe, otrzymywanie
i zastosowanie**

Katarzyna ZIĘTKOWSKA¹, Rafał KOZERA¹, Bartłomiej PRZYBYSZEWSKI¹,
Anna BOCZKOWSKA¹, Bogna SZTORCH², Robert E. PRZEKOP²

26

**MODYFIKACJA ŻELKOTU POLIESTROWEGO FUNKCJONALIZOWANYMI ZWIĄZKAMI
KRZEMOORGANICZNYMI W CELU UZYSKANIA WŁAŚCIWOŚCI LODOFOBOWYCH**

¹Wydział Inżynierii Materiałowej, Politechnika Warszawska, Warszawa; ²Centrum Zaawansowanych
Technologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu,

27

Kamil DYDEK¹, Anna BOCZKOWSKA¹, Rafał KOZERA¹, Kamil MAJCHROWICZ¹,
Szymon DEMSKI¹, Michał MISIAK¹

**POLIMEROWE KOMPOZYTY WZMACNIANE WŁÓKNEM WĘGLOWYM O PODWYŻSZONYCH
WŁAŚCIWOŚCIACH MECHANICZNYCH I ELEKTRYCZNYCH**

Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Materiałowej, Warszawa

28

Piotr SAFERNA

**TECHNOLOGIA WYTWARZANIA ULTRA LEKKICH ZBIORNIKÓW KOMPOZYTOWYCH IV
GENERACJI – MAGAZYNOWANIE WODORU DLA ROZPROSZONYCH SYSTEMÓW
ENERGETYCZNYCH**

Techplast, Andrychów

16.30 - 16.50 przerwa

16.50 - 18.20 Sesja IV. Przewodnicząca:

dr hab. inż., prof. AGH Aneta FRĄCZEK-SZCZYPTA

Kompozyty polimerowo-węglowe i kompozyty węgiel/węgiel.

Otrzymywanie i zastosowanie

Joanna SMAJDOR¹, Marcel ZAMBRZYCKI², Mateusz MARZEC³, Beata PACZOSA-BATOR¹, Robert PIECH¹ 29

**NANOWŁÓKNA WĘGLOWE Z NANOCZĄSTKAMI METALI JAKO SENSORY DO
WOLTAMPEROMETRYCZNEJ DETEKЦИИ LEKÓW**

Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki;

¹ Katedra Chemii Analitycznej i Biochemii, ² Katedra Biomateriałów i Kompozytów,

*³ Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie, Zakład Nanoinżynierii Powierzchni i Biomateriałów,
Akademickie Centrum Materiałów i Nanotechnologii*

Maciej GUBERNAT¹, Ryszard WIELOWSKI¹, Piotr SZATKOWSKI¹, Martyna SZATKOWSKA¹, Marcel ZAMBRZYCKI¹, Aneta FRĄCZEK-SZCZYPTA¹ 30

KOMPOZYTY WĘGIEL-WĘGIEL - WPROWADZENIE I ANALIZA PROCESU PIROLIZY

¹AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Katedra Biomateriałów i Kompozytów, Kraków

Ryszard WIELOWSKI¹, Martyna SZATKOWSKA¹, Piotr SZATKOWSKI¹, Marcel ZAMBRZYCKI¹, Wojciech PIEKARCZYK¹, Aneta FRĄCZEK-SZCZYPTA¹, Maciej GUBERNAT¹ 31

**OTRZYMYWANIE KOMPOZYTÓW ZBROJONYCH WŁÓKNEM WĘGLOWYM
NA PREFORMY DO WĘGLOWO-WĘGLOWYCH DYSZY SILNIKÓW RAKIETOWYCH**

*¹AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki,
Katedra Biomateriałów i kompozytów*

Paweł WOJDA, prezentacja firmy Anton Paar 32

**APARATY DO BADANIA POROWATOŚCI I POWIERZCHNI WŁAŚCIWEJ MATERIAŁÓW
WĘGLOWYCH I RÓŻNEGO RODZAJU KOMPOZYTÓW ORAZ WŁAŚCIWOŚCI KATALIZATORÓW
I GĘSTOŚCI WŁAŚCIWEJ MATERIAŁÓW STAŁYCH, SYPKICH I PÓLPŁYNNYCH**

Anton PAAR Sp. z o.o. Warszawa

19.30 - Kolacja i spotkanie integracyjne przy muzyce

CZWARTEK, 19 października 2023r.

9.00 - 11.00. Sesja V. Przewodnicząca: prof. dr hab. inż. Grażyna GRYGLEWICZ

Materiały węglowe w elektrochemii

Adam MOYSEOWICZ, Dagmara CIEŚLAK, Kacper NÜRNBERG

33

AEROGELS FEATURING REDUCED GRAPHENE OXIDES: A POTENTIAL ELECTRODE MATERIAL FOR SUPERCAPACITORS

Department of Process Engineering and Technology of Polymer and Carbon Materials, Faculty of Chemistry, Wrocław University of Science and Technology,

35

Piotr WIENCH¹, Zoraida GONZALEZ², Daria MINTA¹, Rosa MENENDEZ²,
Grażyna GRYGLEWICZ¹

IMPACT OF GRAPHENE-BASED MATERIALS MODIFICATION WITH NITROGEN AND GOLD NANOPARTICLES ON THE ELECTROCHEMICAL DETECTION OF EPINEPHRINE

¹Department of Process Engineering and Technology of Polymer and Carbon Materials, Faculty of Chemistry, Wrocław University of Science and Technology, Poland ; ²Instituto de Ciencia y Tecnología del Carbono (INCAR), CSIC, Oviedo 33011, Spain

Denis KOPIEC, Adam MOYSEOWICZ

36

TIN IMPREGNATED HARD CARBONS AS ANODE MATERIALS IN SODIUM-ION BATTERIES

Department of Process Engineering and Technology of Polymer and Carbon Materials, Faculty of Chemistry, Wrocław University of Science and Technology.

Piotr MADAJSKI¹, Grzegorz TRYKOWSKI¹, Anita CYMANN-SACHAJDAK², Monika WILAMOWSKA-ZAWŁOCKA², Stanisław BINIAK¹

37

GAGAT- NATURALNY MATERIAŁ WĘGLOWY DO ZASTOSOWAŃ W OGNIWACH SODOWO-JONOWYCH

¹ Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu;² Katedra Konwersji i Magazynowania Energii, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska

11 00 - 13.00. Sesja VI. SESJA POSTEROWA

13.00 - 15.00. Obiad

15.00- 16.30. Sesja VII . Przewodniczący:

dr hab. inż. , prof. UŚ Andrzej SWINAREW

PREZENTACJA FIRM PRODUKUJĄCYCH KOMPOZYTY POLIMEROWE

Krzysztof BODYŃSKI

38

MOULD – PRODUCENT FORM I KOMPOZYTÓW

Firma MOULD, Gliwice

Bartłomiej BERESKA

39

ZIELONE“ ŻYWICE I RECYCLING JAKO PRZYSZŁOŚĆ BRANŻY KOMPOZYTOWEJ

Firma NOMA Resins Sp. o. o. Gliwice

Jerzy MISKÓW,

40

APLIKATORY DO ŻYWIC

PHENIX EQUIPMENT POLSKA,

16.30- 16.50.

Przerwa

16.50- 18.00.

ZEBRANIE ZARZĄDU I SEKCJI REWIZYJNEJ PTW

20.00 -

UROCZYSTA KOLACJA I WRĘCZENIE DYPLOMÓW

PIĄTEK, 20 października 2023r.

9.00 - 11.00. Sesja VIII. Przewodniczący: dr hab. prof. UKW Paweł SZROEDER

Materiały węglowe i polimerowe w ochronie środowiska i zdrowia

Andrzej S. Swinarew^{1,2}, Tomasz Wikarek³, Arkadiusz J. Stanula², Jadwiga Gabor¹, Artur Sowiński¹,
Edyta Taracha Szewczyk⁴, Magdalena Popczyk¹ **41**

BETULIN, AN ANTIBACTERIAL AND ANTI-INFLAMMATORY PROPERTIES MODIFICATOR FOR TOUGH AND FLEXIBLE POLYMERIC MATERIALS

¹ Faculty of Science and Technology, University of Silesia in Katowice, Poland

² Department of Swimming and Water Rescue, Institute of Sport Science, The Jerzy Kukuczka Academy of Physical Education, Katowice; ³ LEON Witas Spółka Jawna, Będzin,

⁴ Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Katowicach im. Sierżanta Grzegorza Załogi

Emilia ŻYŁKA¹, Emilia IRZMAŃSKA¹, Jakub SARAMAK², Magdalena JURCZYK-KOWALSKA³ **43**

DOBÓR MATERIAŁU POLIMEROWEGO, WYKONANEGO METODĄ DRUKU 3D, PRZEZNACZONEGO DO RĘKAWIC OCHRONNYCH W CELU PODWYŻSZENIA ODPORNOŚCI NA PRZECIĘCIE

¹ Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Łódź; ² SMK3D Jakub Saramak, Łódź; ³ Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Materiałowej, Warszawa

Agnieszka ADAMUS-WŁODARCZYK¹, Emilia IRZMAŃSKA¹, Paweł SZROEDER^{2,3},
Aneta RASZKOWSKA-KACZOR⁴, Daniel KACZOR⁴, Marek DOERING³ **44**

OCHRONNE WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE I ELEKTROSTATYCZNE OBUWIA OCHRONNEGO W ZALEŻNOŚCI OD APLIKACJI WIELKOŚCI PŁATEKÓW GRAFITU DO MATRYCY POLIMEROWEJ POLICHLORKU WINYLU

¹ Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Łódź; ² Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz; ³ Instytut Materiałów Węglowych Toruń, ⁴ Sieć Badawcza Łukasiewicz Instytut Inżynierii Materiałów i Barwników, Toruń

11.00 - 12.00. Dyskusja i Zakończenie konferencji

12.00 - Obiad

13.00 - 16.00 Możliwa wycieczka Pętlą Beskidzką

POSTERY

SPIS POSTERÓW, 2023

Numer posteru	Tytuł	Numer strony
1.	Julia PACHNIEWSKA ¹ , Karol KURKOWSKI ¹ , Mateusz SZTYLER ¹ , Piotr KAMEDULSKI ^{1,2} , Jerzy P. ŁUKASZEWICZ ^{1,2} , Piotr A. GAUDEN ¹ DOPOWANY GRAFEN W ZASTOSOWANIACH ELEKTROCHEMICZNYCH ¹ Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Wydział Chemii, ² Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii, Toruń	45
2.	Ewa OSUCHOWSKA OCENA JAKOŚCI MATERIAŁÓW GRAFENOWYCH ¹ Ścieżka Badawcza Łukasiewicz – Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników, Toruń- Piastów	46
3.	Szymon DEMSKI ¹ , Kamil DYDEK ¹ , Paweł DURAŁEK ² , Paulina LATKO-DURAŁEK ¹ , Michał KUBIŚ ³ , Konrad ŻOCHOWSKI ¹ , Anna BOCZKOWSKA ¹ KOMPOZYTY POLIMEROWE NA BAZIE POLISIARCZKU FENYLENU ORAZ POLI(TEREFTALANU BUTYLENU) MODYFIKOWANE NAPEŁNIACZAMI WĘGLOWYMI ¹ Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Materiałowej, ² TMBK Partners, Warszawa; ³ Politechnika Warszawska, Instytut Techniki Ciepłej,	47
4.	Izabela WALENDZIK ¹ , Karolina KORDEK-KHALIL ¹ , Mirosława PAWLYTA ² , Piotr RUTKOWSKI ¹ ELECTROCHEMICAL MODIFICATION OF CARBON CLOTH AND THE PROPERTIES OF CNSS WITH TMNPS ON CC AS BIFUNCTIONAL OER/ORR ELECTROCATALYSTS ¹ Politechnika Wrocławska, Katedra Inżynierii Procesowej i Technologii Materiałów Polimerowych i Węglowych; ² Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny-Technologiczny, Laboratorium Badania Materiałów	48
5.	Katarzyna GAJEWSKA , Adam MOYSEOWICZ , Grażyna GRYGLEWICZ CHARACTERIZATION AND ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF REDUCED GRAPHENE OXIDE AEROGEL FOR HIGH-VOLTAGE SUPERCAPACITOR Department of Process Engineering and Technology of Polymer and Carbon Materials, Faculty of Chemistry, Wrocław University of Science and Technology	49
6.	Alina KROKOSZYŃSKA ¹ , Piotr RUTKOWSKI ¹ MATERIAŁY WĘGLOWE Z BIOMASY ODPADOWEJ – ZASTOSOWANIE W PRZEMYSŁE CHEMICZNYM I ENERGETYCZNYM ¹ Katedra Inżynierii Procesowej i Technologii Materiałów Polimerowych i Węglowych, Politechnika Wrocławska, Wydział Chemiczny, Wrocław	50
7.	Denis KOPIEC ¹ , Krzysztof KIERZEK ¹ , Cristina NAVARRO-SENENT ² , Juan Carlos GONZÁLEZ-ROSILLO ³ CARBON NANOFIBERS GROWN ON ACTIVE CARBON AS EFFECTIVE CATHODE MATERIALS FOR LITHIUM-OXYGEN CELLS ¹ Department of Process Engineering and Technology of Polymer and Carbon Materials, Wrocław University of Science and Technology; ² Departament de Física, Universitat Autònoma de Barcelona, Spain, ³ Catalonia Institute for Energy Research (IREC), Barcelona, Spain	51
8.	Magdalena GACA , Magdalena LIPÍŃSKA WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNE I LEPKOSPRYSTE KOMPOZYTÓW POLIMEROWYCH ZAWIERAJĄCYCH NAPEŁNIACZE WĘGLOWE Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Politechnika Łódzka,	52

9. Maciej GUBERNAT¹, Ryszard WIELOWSKI¹, Piotr SZATKOWSKI¹, Martyna SZATKOWSKA¹, Marcel ZAMBRZYCKI¹, Aneta FRĄCZEK-SZCZYPTA¹
KOMPOZYTY WĘGIEL-WĘGIEL DLA DYSZY SILNIKÓW RAKIETOWYCH
¹Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie 53
10. Maciej GUBERNAT¹, Ryszard WIELOWSKI¹, Martyna SZATKOWSKA¹, Piotr SZATKOWSKI¹, Marcel ZAMBRZYCKI¹, Aneta FRĄCZEK-SZCZYPTA¹
ANALIZA PROCESU SIECIOWANIA ŻYWC FENOLOWO-FORMALDEHYDOWYCH JAKO PREKURSÓRÓW OSNÓW KOMPOZYTÓW WĘGIEL-WĘGIEL.
¹Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Katedra Biomateriałów i Kompozytów 54
11. Ryszard WIELOWSKI¹, Marcel ZAMBRZYCKI¹, Maciej GUBERNAT¹, Aneta FRĄCZEK-SZCZYPTA¹
FIBROUS CARBON-CARBON COMPOSITES FOR THE DEEP BRAIN STIMULATION TECHNIQUE - THE ROLE AND OPTIMIZATION OF THE PREPARATION PROCESS
¹AGH University of Krakow, Faculty of Materials Science and Ceramics, Department of Biomaterials and Composites 55
12. Weronika PAZDYK-SŁABY, , Elżbieta DŁUGOŃ, Dariusz ZIENTARA, Aneta FRĄCZEK-SZCZYPTA
HARAKTERYSTYKA NANOWŁÓKNISTYCH MATERIAŁÓW WĘGLOWYCH MODYFIKOWANYCH PREKURSORAMI NANOSTRUKTURALNEGO SIC
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Kraków 56
13. Aygun HUSEYNZADA, Ewa LORENC-GRABOWSKA
SPENT MAGNETIC ADSORBENTS MADE FROM SAWDUST AS A COMPONENT OF BLAST FURNACE COKE
Department of Process Engineering and Technology of Polymer and Carbon Materials, Faculty of Chemistry, Wrocław University of Science and Technology, Wrocław 57
14. Artur D. SOWIŃSKI^{a, b}, Ludwik A. TARACHOWICZ^a, Adam ZABROWARNY^{a, c}, Natalia BRZEZIŃSKA^b, Anna ŻOŁNIERCZYK^b, Jadwiga GABOR^b and Andrzej S. SWINAREW^{b, d}
TKANINY POWLEKANE MODYFIKOWANE BETULINĄ – NOWE WYNIKI
^aDevelopment Department, Partner Systems Sp. z o.o., Człuchów; ^bFaculty of Science and Technology, University of Silesia, Chorzów; ^cMechatronics department, Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz; ^dInstitute of Sport Science, The Jerzy Kukuczka Academy of Physical Education, Katowice 58
15. Adam ZABROWARNY^{a, b}, Artur D. SOWIŃSKI^{a, c}, Ludwik A. TARACHOWICZ^a, Marek MACKO^b, Andrzej S. SWINAREW^c
WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE I ZDOLNOŚĆ SORPCYJNA KOMPOZYTU WĘGLOWO-POLILAKTYDOWEGO PRZEZNACZONEGO DO DRUKU 3D
^a Development department, Partner Systems sp. z o.o., Człuchów, ^b Mechatronics department, Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, ^c Faculty of Science and Technology, University of Silesia, Chorzów 59
16. Przemysław ZIÓŁKOWSKI
ELECTROCHEMICAL ACTIVITY OF THE MODIFIED BUCKYPAPERS
Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Wydział Fizyki 60

- 61
- Magdalena **LIPIŃSKA**¹, Magdalena **GACA**¹, Magdalena **KOZŁOWSKA**¹
17. **POLIEDRYCZNE OLIGOMERYCZNE SILSESKWIOKSANY (POSS) JAKO DODATKI FUNKcjONALNE ModyFIKUJĄCE WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE, REOLOGICZNE I TERMICZNE NANOKOMPOZYTÓW KARBOKSYLOWANEGO KAUCZUKU BUTADIENOWO-AKRYLONITRYLOWEGO/POLI(ε-KAPROLAKTONU) XNBR/PCL**
¹Politechnika Łódzka, Instytut Technologii Polimerów i Barwników
- 62
- Aneta **RASZKOWSKA-KACZOR**¹, Andrzej **STASIEK**¹, Daniel **KACZOR**¹,
 Agata **WIKARSKA**², Wiktoria **PIÓRKOWSKA**², Joanna **CZARNECKA**²
18. **WPŁYW ModyFIKACJI POWIERZCHNI POROWATEJ NA HODOWLĘ KOMÓRKOWĄ**
¹Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników, Toruń, ²Katedra Biochemii, WNBiW, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń
- 63
- Izabela **GAJLEWICZ**, Marta **LENARTOWICZ-KLIK**
19. **Nowy BIOLOGICZNE AKTYWNY NAPEŁNIACZ DO TWORZYW TERMOPLASTYCZNYCH**
 Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników, Toruń
- 64
- Iwona **GAJECKA**¹, Sławomir **PIŁAT**¹, Urszula **PASZEK**¹, Leszek **KOMOROWSKI**², Agnieszka **KRÓLIKOWSKA**², Izabela **KUNCE**², Katarzyna **ZACHARUK**², Damian **WOJDA**²,
 Małgorzata **ZUBIELEWICZ**³, Ewa **LANGER**³, Bartosz KOPYCIŃSKI
20. **ZACHOWANIE WŁAŚCIWOŚCI DEKORACYJNYCH POWŁOK W WARUNKACH PRZYSPIESZONEGO STARZENIA**
¹Polskie Stowarzyszenie Korozyjne, Gdańsk; ²Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa ; ³Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników, Toruń
- 65
- Andrii **ALEKSIEIEV**¹⁺, Paulina **MAŚLANKA**²
21. **WRAŻLIWOŚĆ CHARAKTERYSTYK AERODYNAMICZNYCH NA STARZENIE MATERIAŁÓW PARALOTNI**
¹Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Politechnika Łódzka
²Wydział Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów, Politechnika Łódzka
- 66
- Kinga **KRAWCZYK**¹, Paulina **KONOWALCZUK**¹, Grażyna **KAMIŃSKA-BACH**¹
22. **ŻELKOT – ZEWNĘTRZNE POWŁOKI WYROBÓW KOMPOZYTOWYCH. WYBRANE METODY BADAŃ STARZENIOWYCH ORAZ OCENY WYGLĄDU POWŁOK PO SZTUCZNYM STARZENIU**
¹Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników, Toruń- Gliwice
- 67
- Małgorzata **GNUS**¹, Maria **KUPCZAK**¹, Kinga **KRAWCZYK**¹, Grażyna **KAMIŃSKA-BACH**¹
23. **WPŁYW WYBRANYCH PARAMETRÓW NA ODPORNOŚĆ NA SZOROWANIE NA MOKRO POWŁOK Z WODOROZCIEŃCZALNYCH WYROBÓW LAKIEROWYCH**
¹Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników, Toruń- Gliwice
- 68
- Sandra **PASZKIEWICZ**^{1,2}, Elżbieta **PIESOWICZ**^{1,2}, Izabela **IRSKA**¹, Weronika **BIL**¹,
 Katarzyna **POKWICKA-CROUCHER**²
24. **WPŁYW STARZENIA TERMICZNEGO NA WŁAŚCIWOŚCI KOMPOZYTÓW POLIOLEFINOWYCH Z DODATKIEM MIAŁU GUMOWEGO**
¹Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki, Katedra Technologii Materiałowych ²Ecopolplast Sp. z o.o., Lębork

25. Izabela IRSKA¹, Sandra **PASZKIEWICZ¹**, Konrad **WALKOWIAK¹**, Elżbieta **PIESOWICZ¹**, Alicja **BAJOR¹**, Karolina **BASZAK²** 69
OCENA WPŁYWU PARAMETRÓW SYNTEZY BIOBAZUJĄCYCH KOPOLI(ESTRO-ETERÓW) NA WYDAJNOŚĆ PROCESU
¹Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie,
²Politechnika Morska w Szczecinie,
26. Bartosz **KOPYCIŃSKI^{1,3}**, Ewa **LANGER¹**, Alicja **DUDA^{2,3}**, Mariola **BODZEK-KOCHEL¹**, Andrzej **HUDECKI²** 70
BIOACTIVE MASKING PAINTS DEDICATED TO POLYMER DETAILS OBTAINED VIA SLS TECHNOLOGY
¹Łukasiewicz Research Network – Institute for Engineering of Polymer Materials and Dyes, Toruń; ²Łukasiewicz Research Network – Institute of Non-Ferrous Metals, Gliwice, ³Doctoral School, Silesian University of Technology, Gliwice
27. Barbara **FILIPCZYK¹**, Arkadiusz **DZIUBASZEWSKI¹** 71
WYKORZYSTANIE POUŻYTKOWYCH FOLII KOMUNALNYCH I ROLNICZYCH W PROCESIE RECYKLINGU
¹ERG Bieruń Sp. z o.o., Bieruń
28. Barbara **FILIPCZYK¹**, Arkadiusz **DZIUBASZEWSKI¹** 72
ODPADY OPAKOWAŃ CHEMII GOSPODARCZEJ- CENNY SUROWIEC W PROCESIE RECYKLINGU
¹Ekofol Sp. z o.o., Bieruń
29. Marek **GŁOWACKI¹**, Arkadiusz **DZIUBASZEWSKI¹** 73
RECYKLING POUŻYTKOWYCH ODPADÓW PET W CELU WYTWORZENIA FOLII DO TERMOFORMOWANIA
¹T&R BIOEKO Sp. z o.o., ul. Stanisławowska 47 54-611 Wrocław

STRESZCZENIA

WYKORZYSTANIE MATERIAŁÓW WĘGLOWYCH W PROCESIE ROZSZCZEPIENIA WODY

Piotr A. GAUDEN¹, Mirosław JABŁOŃSKI¹, Sylwester FURMANIAK², Jerzy P. ŁUKASZEWICZ^{1,3}, Karol KURKOWSKI¹, Julia PACHNIEWSKA¹, Mateusz SZTYLER¹, Piotr KAMEDULSKI^{1,3}

¹Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Wydział Chemii, ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń

²Akademia Nauk Stosowanych im. Stanisława Staszica w Piłi, ul. Podchorążych 10, 64-920 Piła

³Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii, ul. Wileńska 4, 87-100 Toruń

E-mail: gaudi@umk.pl

Kwestie środowiskowe (zmiany klimatyczne) i polityczne (wojna w Ukrainie i embargo na rosyjskie zasoby energetyczne) przyspieszają transformację energetyczną krajów UE. „Zielona” produkcja wodoru i jego magazynowanie jest niezwykle ważne - opracowanie opłacalnych technologii staje się coraz pilniejsze [1]. Kluczowym problemem jest eliminacja platyny/rodu/osmu/irydu/rutenu z materiałów elektrodowych. Może zostać on rozwiązany poprzez opracowywanie nowych materiałów, w tym hybrydowych, opartych zwłaszcza o układy węglowe zawierające w swojej strukturze heteroatomy azotu, siarki lub boru [2,3]. W niniejszym komunikacie omówiono możliwości i ograniczenia wykorzystania modelowania rozszczepiania wody (z ang. „water splitting”) na adsorbentach, w tym w szczególności materiałach węglowych. Obliczenia teoretyczne mogą odgrywać zasadniczą rolę w zrozumieniu mechanizmu procesu rozszczepiania wody na poziomie atomowym oraz w opracowaniu najbardziej wydajnej i najmniej kosztownej technologii. Co więcej, zrozumienie wpływu niejednorodności materiałów 2D (np. defektów, wakatów i obecności heteroatomów) na adsorpcję/desorpcję (z fazy gazowej), stanowiące ważne składowe omawianych procesów, ma także kluczowe znaczenie dla dalszego rozwoju teorii i praktyki adsorpcji oraz produkcji nowych materiałów. Jest to szczególnie istotne w świetle wielości materiałów węglowych, które obecnie można otrzymywać.

P.A.G. oraz S.F. składają podziękowania dla Poznańskiego Centrum Superkomputerowo-Sieciowego (PCSS) w Poznaniu za udostępnienie mocy obliczeniowej na klastrze.

Literatura

[1] A. Priyadarsini, B.S. Mallik, *Journal of Physical Chemistry C* 127 (2023) 18350–18364.

[2] P. Kamedulski, J.P. Lukaszewicz, L. Witczak, P. Szroeder, P. Ziolkowski, *Materials*, 14 (2021) 2448.

[3] Ch. Hu, L. Dai, *Angewandte Chemie International Edition*, 55 (2016) 11736–11758.

THE LUMINESCENT PROPERTIES OF HFCVD ULTRA-NANODIAMONDS

Lidia MOSIŃSKA¹, Paweł POPIELARSKI¹, Robert SZCZĘŚNY², Ekaterina SHAGIEVA³

¹Institute of Physics, Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Powstańców Wielkopolskich Str. 2,
85-090 Bydgoszcz, Poland

²Faculty of Chemistry, Nicolaus Copernicus University in Torun, Gagarina 7, 87-100 Torun, Poland

³Institute of Physics of the Czech Academy of Sciences, Cukrovarnická 10, 16200 Prague, Czech Republic

E-mail: lidiamosinska@ukw.edu.pl

The presence of hydrogen in diamond films synthesized using the Hot Filament Chemical Vapour Deposition (HF CVD) , plays a pivotal role in enhancing their luminescent attributes. Hydrogen's capability to passivate non-radiative centers makes radiative transitions more probable, leading to a pronounced increase in photoluminescence intensity. All detected PL peaks can generally be attributed to nitrogen-associated centers [1]. Photoluminescence spectra, when excited by a 488 nm wavelength from an Ar laser, were measured in the energy range of 2.0–2.5 eV. The results indicate a higher degree of optically active centers in diamond layers with a pronounced level of H-termination, underscoring the role of hydrogen in the passivation of non-radiative centers [2].

References

- [1] A.M. Zaitsev, Optical Properties of Diamond: a Data Handbook, Springer Science & Business Media, 2013]
- Ballutaud, D., et al., sp^3/sp^2 character of the carbon and hydrogen configuration in micro-and nanocrystalline diamond. Diamond and Related Materials, 2008. 17(4-5): p. 451-456.
- [2] R. Sauer, Luminescence from optical defects and impurities in CVD diamond, in: Semiconductors and Semimetals, vol. 76, Elsevier, 2003, pp. 379–452.

MATERIAŁY BIEWĘGLOWE JAKO ANTERNATYWNY RODZAJ NAPEŁNIACZY POLIMEROWYCH

Jacek ANDRZEJEWSKI¹, Mateusz MARKOWSKI²

¹ Politechnika Poznańska, Instytut Technologii Materiałów, ul. Piotrowo 3, 61-138 Poznań

² Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej, ul. Piotrowo 3, 60-695 Poznań

E-mail: jacek.andrzejewski@put.poznan.pl

Materiały lignocelulozowe, takie jak włókna naturalne lub odpady drzewne, pomimo wielu zalet i długiej historii zastosowań jako dodatki i napełniacze polimerowe, mają kilka zasadniczych wad które nie pozwalają rozwinąć koncepcji ich zastosowań. W przypadku zastosowań w przetwórstwie polimerów termoplastycznych głównym ograniczeniem technicznym jest stosunkowo niski prób degradacji termicznej tych materiałów, gdzie zwykle powyżej 200 °C, główne komponenty materiałów naturalnych ulegają dekompozycji, a w wyższych temperaturach zgazowaniu i częściowej karbonizacji. Ma to w szczególności znaczenie w przypadku przetwórstwa kompozycji na bazie polimerów technicznych, o wysokiej temperaturze topnienia. Jednak nawet dla wyrobów na bazie polipropylenu problem ten może wystąpić w przypadku konieczności zapewnienia odpowiednich warunków wypełniania formy wtryskowej. Pomimo wielu prób rozwiązania tego problemu, poprzez stosowanie modyfikacji włókien celulozowych lub zastosowanie obniżonych temperatur przetwórstwa, możliwość stosowania tworzyw technicznych, jak poliamidu lub poliwęglanu, w układach z napełniaczami pochodzenia naturalnego jest w praktyce przemysłowej trudne do realizacji.

Próbą rozwiązania tego problemu jest zastosowanie napełniaczy biowęglowych, popularnie zwanych węglem drzewnym. Pomijając aspekty technologiczne procesu pirolizy, będącego kluczowym etapem w kierunku otrzymania napełniaczy typu BioC, z punktu widzenia możliwości zastosowań jako dodatek do tworzyw sztucznych, układy biowęglowe mają potencjał zbliżony do popularnie stosowanych napełniaczy mineralnych, jak talk lub kreda. Przy jednoczesnym obniżeniu gęstości i poprawie bilansu ekologicznego przetwarzanego materiału.

Przedmiotem wystąpienia będzie analiza najnowszych kierunków w zastosowaniach napełniaczy BioC w układach kompozytowych na bazie poliamidu, polipropylenu, poliwęglanu i mieszanin polimerowych.

Praca realizowana w ramach funduszy statutowych Politechniki Poznańskiej (projekt 0613/SBAD/4820).

References

- [1] A.K. Bledzki, A.A. Mamun, M. Feldmann, *Composites Science and Technology*, 72 (2012) 1870.
- [2] E. Behazin, M. Misra, A.K. Mohanty, *Composites B*, 118 (2017) 116.
- [3] E.O. Ogunsona, M. Misra, A.K. Mohanty, *Polymer degradation and Stability*, 139 (2017) 76.
- [4] J. Andrzejewski, J. Aniśko, J. Szulc, *Composite A*, 152 (2022) 106715.

KOMPOZYTY POLIMEROWE NA BAZIE POLILAKTYDU Z NAPEŁNIACZEM NANOWĘGLOWYM

**Daniel KACZOR^{1,2}, Krzysztof BAJER¹, Grzegorz DOMEK², Aneta RASZKOWSKA-KACZOR¹,
Paweł SZROEDER³**

¹Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników,
Marii Skłodowskiej-Curie 55, 87-100 Toruń

²Wydział Mechatroniki, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Kopernika 1, 85-074 Bydgoszcz

³Instytut Fizyki, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Powstańców Wielkopolskich 2, 85-090 Bydgoszcz

E-mail: daniel.kaczor@impib.lukasiewicz.gov.pl

Polilaktyd, znany również jako poli(kwas mlekowy), jest jednym z kompostowalnych poliestrów termoplastycznych. Przemysłowe zastosowanie tego polimeru wymaga modyfikacji jego właściwości. Kompozyty na bazie polilaktydu z dodatkiem napelnacza węglowego (grafit, grafen, nanorurki) mogą znaleźć zastosowanie w przemyśle motoryzacyjnym, elektrycznym i elektronicznym oraz w druku 3D.

Mechaniczne metody otrzymywania kompozytów opierają się na zastosowaniu mieszalników i wylączarek. Dla uzyskania wysokiej jakości kompozytów wymagana jest bardzo dobra dyspersja napelnacza w matrycy polimerowej, której ze względu na mały ciężar nasypowy i dużą zdolność do aglomeracji nanomateriałów węglowych jest dużym wyzwaniem. Wybór właściwej konfiguracji układu uplastyczniającego wylączarki oraz parametrów wytłaczania jest kluczem do rozwiązania tego problemu.

W prezentacji omówiono metodę otrzymywania kompozytów polilaktydowo-węglowych oraz przedstawiono wpływ konfiguracji układu uplastyczniającego jak i krotności ekstruzji na dyspersję napelnacza w matrycy polimerowej. Wykonane kompozyty o różnej zawartości nanonapelnaczy węglowych (od 0,1 do 2% wag.) porównano pod względem właściwości mechanicznych.

DIFFICULT ELECTRON DIFFRACTION PATTERNS OF NANOSTRUCTURED CARBON MATERIALS

Mirosława PAWLYTA¹

¹ Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Laboratorium Badania Materiałów, ul. Konarskiego 18A, pok. 363/5, 44-100 Gliwice

E-mail: mpawlyta@polsl.pl

Diffraction of nanostructured carbon materials are extremely difficult to analyse. This applies in particular to electron diffraction, which complements X-ray diffraction in cases where nanometric spatial resolution is needed. In the era of development of nanotechnology, such situations are becoming more and more frequent. The advantage of electron diffraction is the possibility of simultaneous imaging and examination of the electronic structure in the analysed, limited area of the sample. The basis of electron diffraction is Bragg's law [1]. The diffraction conditions are translated using the Ewald sphere construction. Compared to X-ray diffraction, the radius of the sphere is much larger, which means that its surface has a small radius of curvature (almost flat). In turn, due to the limited size (thickness) of the sample, the reciprocal space nodes are no longer points and they take the shape of rods elongated in the direction parallel to the optical axis of the microscope. When interpreting diffraction patterns, the phase composition, the degree of structure order and the texture should also be taken into account. All this together makes the interpretation of the result a real research challenge. Usually, articles presenting electron diffraction obtained for turbostratic carbon, with ellipses instead of rings, include the comment "These patterns are difficult to index accurately" [2]. It is usually described that "ellipses" confirm the presence of turbostratic carbon [3,4], although a convincing explanation of this effect is provided by the work of Rouzaud and Oberlin [5].

References

- [1] Carter, C. B., & Williams, D. B. (Eds.). (2016). Transmission electron microscopy: Diffraction, imaging, and spectrometry. Springer.
- [2] Hara, T., Kitagawa, T., Kuroki, K., Saikawa, S., Terayama, K., Ikeno, S., & Matsuda, K. (2014). Morphologies of some graphites in ductile cast irons. *Materials Transactions*, 55(9), 1500-1505.
- [3] Karthik, C., Kane, J., Butt, D. P., Windes, W. E., & Ubic, R. (2012). Microstructural characterization of next generation nuclear graphites. *Microscopy and Microanalysis*, 18(2), 272-278.
- [4] Alonso, G., Tokarski, T., Stefanescu, D. M., Górny, M., Cios, G., & Suarez, R. (2022). On the crystallography of the Mg-Si-Al nitride nuclei and of the graphite/nitride interface in spheroidal graphite iron. *Carbon*, 199, 170-180.
- [5] Rouzaud, J. N., & Oberlin, A. (1989). Structure, microtexture, and optical properties of anthracene and saccharose-based carbons. *Carbon*, 27(4), 517-529.

Acknowledgements: This work was financially supported by the National Science Center in Poland, project No. 2019/33/B/ST5/02702.

PARAMETRY OCHRONNE TEKSTYLNICH MATERIAŁÓW POWLEKANYCH ZAWIERAJĄCYCH GRAFIT I NANORURKI WĘGLOWE Z PRZEZNACZENIEM NA ZABEZPIECZENIA W ŚRODOWISKU PRACY

Emilia **IRZMAŃSKA**¹, Anna **BOCHKOWSKA**², Emilia **ŻYŁKA**¹,
Magdalena **JURCZYK-KOWALSKA**², Kamila **STRYCHARZ**², Paweł **SCHROEDER**³

¹ Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Wierzbowa 48, 90-133 Łódź

² Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Materiałowej, ul. Wołoska 141, 02-507 Warszawa

³ Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, ul. Jana Karola Chodkiewicza 30, 85-064 Bydgoszcz

E-mail: emirz@ciop.lodz.pl

Dynamiczny rozwój inżynierii materiałowej w ciągu ostatnich lat stwarza możliwości wytwarzania innowacyjnych środków ochrony indywidualnej, a także nadawanie wyrobom ochronnym specyficznych cech, niemożliwych do osiągnięcia przy zastosowaniu technologii tradycyjnych. W tym nurcie badawczym jednym z nowych kierunków jest aplikacja materiałów węglowych do past powlekających, która umożliwia uzyskanie materiałów tekstylnych o podwyższonych parametrach ochronnych [1].

Przygotowano trzy warianty próbek materiału hybrydowego, składającego się z materiału tekstylnego (metaaramid, bawełna) oraz warstwy powlekającej (pasta poliuretanowa, PU), w skład której wchodziły dodatki węglowe: nanorurki węglowe (0,5% w/w) oraz grafit (10% w/w). Opracowano metodę przygotowania pasty powlekającej z użyciem planetarnego homogenizatora próżniowego (współpraca z Politechniką Warszawską), którą następnie aplikowano na materiały tekstylne (grubość warstwy 0,2 mm). Następnie, wykonano badania ochronnych parametrów mechanicznych, termicznych oraz chemicznych. Próbkami odniesienia były - materiał tekstylny oraz materiał tekstylny powleczony pastą PU bez dodatków węglowych.

Wyniki badań wskazują, że najwyższe parametry w zakresie odporności na przecięcie uzyskał materiał (metaaramid) zawierający w składzie pasy 10% grafitu, co można tłumaczyć wysoką dyspersją materiału węglowego w paście PU. Zostało to potwierdzone za pomocą obserwacji mikroskopowych (SEM). Wysoce zorientowana struktura grafitu w warstwie pasty powlekającej może podwyższać odporność na przecięcie materiału o około 20%. Tworzenie się aglomeratów mogło sprzyjać koncentrowaniu się naprężeń, tym samym obniżając właściwości mechaniczne. Interesującym jest fakt, że odwrotny rezultat uzyskano w przypadku badania odporności na ścieranie. Przyczyną może być efekt synergii pasty PU oraz nanorurek węglowych, co zostało potwierdzone w literaturze [2]. W przypadku badania odporności na ciepło promieniowania, wprowadzenie warstwy PU oraz warstwy PU z dodatkiem materiału węglowego zwiększa wartość parametru o około 10% w porównaniu z nośnikiem tekstylnym. Należy również podkreślić, że parametry ochronne w zakresie odporności na przesiąkanie cieklej substancji chemicznych (40% NaOH) oraz wartości pH ($3,5 \leq \text{pH} \leq 9,5$) spełniają wszystkie opracowane materiały.

Bibliografia

- [1] Bhattacharjee, S., Joshi, R., Chughtai, A.A., Macintyre, C.R., 2019. Graphene Modified Multifunctional Personal Protective Clothing. *Adv Mater Interfaces* 6, 1900622.
- [2] Cho, M., 2008. The Flexural and Tribological Behavior of Multi-Walled Carbon Nanotube–Reinforced Polyphenylene Sulfide Composites. *Mater. Trans.* 49, 2801–2807.

ZASTOSOWANIE ELEKTROPRZEWODZĄCYCH KLEJÓW TERMOTOPLIWYCH W DRUKU 3D METODĄ FDM

Michał MISIAK¹, Paulina LATKO-DURALEK^{1,2}, Kamil MAJCHROWICZ¹, Karol SZŁĄZAK¹,
Anna BOCZKOWSKA^{1,2}

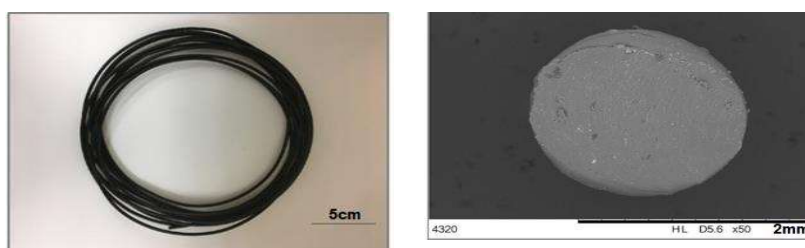
¹ Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Materiałowej, Wołoska 141, 02-507 Warszawa

² Fundacja Partnerstwa Technologicznego, Bitwy Warszawskiej 1920 r. 7A 02-366 Warszawa

E-mail: michal.misiak.dokt@pw.edu.pl

Nowym trendem w technologiach przyrostowych jest stosowanie filamentów funkcjonalnych tzn. takich które posiadają dodatkowe właściwości np. przewodność elektryczną i termiczną czy właściwości biobójcze. Wśród wielu rodzajów funkcjonalnych filamentów szczególnie interesujące są te posiadające przewodność elektryczną, gdyż można drukować z nich elementy elektroniki, e-tekstyli oraz różnego rodzaju sensory. Dostępne na rynku filamenty przewodzące wytwarzane są głównie na bazie standardowych polimerów czyli PLA, ABS oraz PETG, ale także można znaleźć te w których jako osnowę zastosowano PC, PVDF, PPS, PEI oraz PEEK. Jako cząstki przewodzące stosowane są nanorurki węglowe, grafen, sadza, których zawartość musi być wystarczająco wysoka, aby utworzyć ścieżki przewodzące w osnowie polimerowej.

W niniejszej pracy wytworzono oraz scharakteryzowano filament o średnicy 1,75 mm na bazie kopoliamidowego kleju termotopliwego i wielościennych nanorurek węglowych. Zbadano właściwości termiczne, mechaniczne oraz reologiczne filamentu i skorelowano je z dyspersją nanorurek węglowych za pomocą tomografii komputerowej oraz mikroskopii wysokorozdzielczej. Badania te pozwoliły dobrać warunki druku metodą FDM nowego filamentu przewodzącego. Możliwość drukowania została zweryfikowana przy użyciu drukarki Prusa i3 MK3S+. Opracowane filamenty przewodzące porównano z komercyjnie dostępnymi na rynku.



Rysunek 1. Zdjęcie wytworzonego filamentu przewodzącego wraz jego przekrojem uzyskanym na skaningowym mikroskopie elektronowym.

Badania przeprowadzono w ramach projektu pt. 3D Printing and Nanotechnology for Electromagnetic Shielding of CFRP Structures, finansowanego w ramach tzw. Grantów Norweskich (Small Grant Scheme 2019). Nr: NOR/SGS/3DforCOMP/0171/2020-00. (2021-2023)

MODYFIKACJA ŻELKOTU POLIESTROWEGO FUNKCJONALIZOWANYMI ZWIĄZKAMI KRZEMOORGANICZNYMI W CELU UZYSKANIA WŁAŚCIWOŚCI LODOFOBOWYCH

Katarzyna **ZIĘTKOWSKA**¹, Rafał **KOZERA**¹, Bartłomiej **PRZYBYSZEWSKI**¹, Anna **BOCZKOWSKA**¹,
Bogna **SZTORCH**², Robert E. **PRZEKOP**²

¹Wydział Inżynierii Materiałowej, Politechnika Warszawska, ul. Wołoska 141, 02-507 Warszawa

²Centrum Zaawansowanych Technologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ul. Uniwersytetu
Poznańskiego 10, 61-614 Poznań

E-mail: katarzyna.zietkowska.dokt@pw.edu.pl

Powstawanie i akumulacja lodu na powierzchniach stwarza poważne, a czasem katastrofalne w skutkach zagrożenia dla wielu gałęzi przemysłu, gdzie stosowanie kompozytów o osnowie polimerowej stało się standardem. Do konstrukcji, które dotkliwie odczuwają problem oblodzenia należą m.in. turbiny wiatrowe, samoloty, drony średniego i dalekiego zasięgu, zbiorniki, pokrycia dachowe czy elementy infrastruktury telekomunikacyjnej. Dotychczas, znane są dwa główne kierunki redukcji oblodzenia powierzchni: aktywne odladzanie (tzw. systemy aktywne), które obejmują chemiczne, termiczne i mechaniczne metody i są powszechnie stosowane w przemyśle oraz unikanie oblodzenia elementów poprzez zastosowanie lodofobowych powierzchni (tzw. systemy pasywne). Powierzchnie te znane są głównie z doniesień literaturowych, ale już udowodniono, że były bardzo dobrą alternatywą dla metod aktywnych, które są nieefektywne, nieekonomiczne oraz zanieczyszczają środowisko.

Powszechnie stosowanymi materiałami w rozwijającej się dziedzinie lodofobowości są związki krzemoorganiczne. Związki te zapewniają wysoką kompatybilność i reaktywność z matrycą polimerową oraz mogą być funkcjonalizowane niskopolarnymi grupami funkcyjnymi, które ukierunkowują właściwości przeciwoblozeniowe. W niniejszej pracy zmodyfikowano żelkot poliestrowy, powszechnie stosowany jako powłoka turbin wiatrowych, związkami krzemoorganicznymi funkcjonalizowanymi grupami alkilowymi i metakrylowymi w celu wytworzenia powłok lodofobowych. W pracy przedstawiono badanie adhezji lodu, która jest jednym z parametrów opisujących wydajność antyoblodzeniową. Ukazano również charakterystykę powłok pod względem właściwości hydrofobowych, wyznaczono kąt zwilżania i histerezę kąta zwilżania oraz przeprowadzono badanie chropowatości. Stwierdzono, że wszystkie zastosowane modyfikacje chemiczne spowodowały spadek adhezji lodu (poprawę właściwości lodofobowych), a najwyższa redukcja tego parametru wyniosła aż 56% w porównaniu z niemodyfikowaną powłoką.

POLIMEROWE KOMPOZYTY WZMACNIANE WŁÓKNEM WĘGLOWYM O PODWYŻSZONYCH WŁAŚCIWOŚCIACH MECHANICZNYCH I ELEKTRYCZNYCH

Kamil DYDEK¹, Anna BOCZKOWSKA¹, Rafał KOZERA¹, Kamil MAJCHROWICZ¹,
Szymon DEMSKI¹, Michał MISIAK¹

¹ Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Materiałowej, ul. Wołoska 141, 02-507 Warszawa

E-mail: kamil.dydek@pw.edu.pl

Polimerowe kompozyty wzmacniane włóknem węglowym, znane także jako CFRPs (z *ang.* *Carbon Fibre Reinforced Polymers*), reprezentują grupę materiałów, które od końca XX wieku są stale rozwijane. Wzrost popularności tych materiałów wynika z rosnącej potrzeby osiągnięcia bardzo wysokiej wytrzymałości i sztywności przy jednoczesnym zmniejszeniu masy konstrukcji. Dodatkowo, ich właściwości, takie jak odporność na korozję oraz niska rozszerzalność cieplna, pozwalają na zastąpienie tradycyjnych materiałów w różnych sektorach przemysłu, takich jak przemysł lotniczy, motoryzacyjny i morski. Jednym z obszarów rozwoju CFRPs jest poprawa ich właściwości mechanicznych i przewodności elektrycznej. Możliwe jest to przez wprowadzenie nanorurek węglowych (*ang.* *Carbon Nanotubes, CNTs*) do struktury kompozytu, które słyną z doskonałych właściwości mechanicznych i elektrycznych. Istnieje kilka różnych metod wprowadzenia CNTs do kompozytu, a jedną z nich jest zastosowanie termoplastycznych włókien domieszkowanych CNTs. To podejście ma obiecujący potencjał, ponieważ eliminuje problemy technologiczne (np. związane z przesyceniem wzmocnienia węglowego mieszanką żywicy z CNTs), a jednocześnie ogranicza kontakt użytkownika końcowego z CNTs w postaci proszku.

W ramach pracy wytworzono laminaty techniką infuzji, oceniając wpływ wstępnego prasowania tkaniny węglowej z kopoliamidowymi włókninami domieszkowanymi wielościennymi nanorurkami węglowymi (*ang.* *Multi-Walled Carbon Nanotubes, MWCNTs*) oraz procesu starzenia na właściwości elektryczne i mechaniczne CFRPs. Przeprowadzone badania wykazały, że wstępne prasowanie kopoliamidowych włókien z MWCNTs pozwala na znaczącą poprawę skrośnej przewodności elektrycznej w kierunku poprzecznym do grubości laminatu, jak również wybranych właściwości mechanicznych. Potwierdzono, że proces starzenia wpływa na degradację osnowy polimerowej, jak też odspojenia na granicy faz, co przekłada się na znaczący spadek właściwości mechanicznych oraz w mniejszym stopniu na spadek właściwości elektrycznych.

Badania były prowadzone w ramach projektu nr. LIDER/46/0185/L-11/19/NCBR/2020 finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

PRODUKCJA BUTLI I ZBIORNIKÓW KOMPOZYTOWYCH

Piotr **SAFERNA**

TECHPLAST Sp.z o.o. ul Krakowska 83P, 34-120 Andrychów

Piotr.saferna@techplast.net

Przedmiotem działalności firmy jest, które znajdują zastosowanie w wielu dziedzinach przemysłu, m.in. ratownictwie, medycynie i automotive. Produkty sprzedawane są pod marką **SAFER®**. Przedsiębiorstwo rozpoczęło działalność w 2002r, a wszystkie produkty znajdujące się w ofercie firmy zostały opracowane przez dział B+R.

Firma zrealizowała z powodzeniem kilka projektów badawczych i inwestycyjnych finansowanych . ze środków publicznych. W 2018 r. firma otrzymała list gratulacyjny z NCBiR za realizację na wysokim poziomie projektu w ramach konkursu INNOTECH pt. „Opracowanie techniki i technologii wytwarzania nowej generacji kompozytowych zbiorników wysokociśnieniowych na gazy techniczne”.

Firma aktualnie prowadzi projekt, którego celem jest opracowanie innowacyjnej metody wytwarzania zasobników do magazynowania energii w postaci wodoru przy wykorzystaniu technologii wytwórczych, uruchomienie produkcji ultralekkich zbiorników o pojemnościach: 1.2, 6.8, 120 oraz 195 L na sprężony wodór pod ciśnieniem 3.5, 10, 30, 35 oraz 70MPa.



NANOWŁÓKNA WĘGLOWE Z NANOCZĄSTKAMI METALI JAKO SENSORY DO WOLTAMPEROMETRYCZNEJ DETEKCJI LEKÓW

Joanna **SMAJDOR**¹, Marcel **ZAMBRZYCKI**², Mateusz **MARZEC**³, Beata **PACZOSA-BATOR**¹,
Robert **PIECH**¹

¹ Katedra Chemii Analitycznej i Biochemii, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie, ² Katedra Biomateriałów i Kompozytów, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie ³ Zakład Nanoinżynierii Powierzchni i Biomateriałów, Akademickie Centrum Materiałów i Nanotechnologii, Akademia Górniczo-Hutnicza .Kraków

E-mail: zambrzycki@agh.edu.pl, smajdorj@agh.edu.pl

Elektroprzędzone nanowłókna węglowe (eCNF) oraz ich hybrydy z nanocząstkami metalicznymi i tlenkowymi charakteryzują się zespołem korzystnych cech, predysponujących ten typ materiałów do zastosowań elektrochemicznych m.in. w elektroanalizie oraz magazynowaniu i konwersji energii [1]. Charakteryzują się one wysokim udziałem wiązań sp² zapewniającym efektywny transport ładunku, dobrym rozwinięciem powierzchni, a ponadto ich włóknista forma i kształt są szczególnie korzystne z punktu widzenia zjawiska perkolacji elektrycznej. W układach hybrydowych spełniają one przede wszystkim rolę podłoża i sieci przewodzącej, a na samej powierzchni nanowłókien osadzone są nanocząstki stanowiące centra aktywne elektrokatalitycznie. Sensory elektrochemiczne na bazie układów nanokompozytowych z eCNF nie wymagają do pracy skomplikowanej i kosztownej aparatury, jednocześnie oferując znakomite granice detekcji, wysoką czułość, szeroki zakres liniowości oraz prostą procedurę analityczną [2]. W niniejszej pracy przedstawione zostaną wyniki badań czujników elektrochemicznych opartych o układy hybrydowe na bazie elektroprzędzonych nanowłókien węglowych do woltamperometrycznej detekcji leków.

Projekt badawczy finansowany ze środków programu „Inicjatywa Doskonałości –

Uczelnia Badawcza” w AGH

Literatura

- [1] Bo-Tao Zhang, Hong Liu, Yan Liu, Yanguo Teng, Application trends of nanofibers in analytical chemistry, Trends in Analytical Chemistry, 2020, 131, 115992, <https://doi.org/10.1016/j.trac.2020.115992>.
- [2] Smajdor, J.; Zambrzycki, M.; Paczosa-Bator, B.; Piech, R. Use of Hierarchical Carbon Nanofibers Decorated with NiCo Nanoparticles for Highly Sensitive Vortioxetine Determination. International Journal of Molecular Sciences 2022, 23, 14555. <https://doi.org/10.3390/ijms232314555>

KOMPOZYTY WĘGIEL-WĘGIEL - WPROWADZENIE I ANALIZA PROCESU PIROLIZY

Maciej GUBERNAT¹, Ryszard WIELOWSKI¹, Piotr SZATKOWSKI¹, Martyna SZATKOWSKA¹,
Marcel ZAMBRZYCKI¹, Aneta FRĄCZEK-SZCZYPTA¹

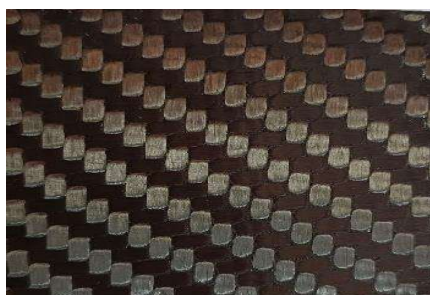
¹AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki Katedra Biomateriałów i Kompozytów, al. A. Mickiewicza 3030-059 Kraków

E-mail: maciej.gubernat@agh.edu.pl

Materiały węgiel-węgiel (carbon fiber reinforced carbon - CFRC) to grupa wysokoprzetworzonych materiałów kompozytowych złożonych z przynajmniej dwóch faz o podobnym składzie chemicznym, lecz odmiennej postaci, mikrostrukturze i właściwościom. CFRC są lekkimi materiałami wysokotemperaturowymi o wysokich parametrach mechanicznych. Jedną z ważniejszych aplikacji w której CFRC mogą być zastosowane są nowej generacji silniki rakietowe. Na świecie podejmuje się liczne próby wykonywania kluczowych elementów rakietowych systemów napędowych, takie jak dysze, elementy przedłużające dysze, konektory, klapki sterowe itp. właśnie z materiałów CFRC. Opracowanie technologii wytwarzania kompozytów CFRC do zastosowania w układach napędowych silników rakietowych jest głównym celem podjętych prac badawczych, które powinny zakończyć się wykonaniem dyszy rakietowej o niskiej podatności na erozję wykonanej z CFRC dedykowanej silnikowi SF Test polskiej firmy Spaceforest. W prezentacji przedstawione zostaną podstawowe informacje na temat technologii wytwarzania materiałów CFRC wraz z opisem ich właściwości pożądanych z punktu widzenia aplikacji w dyszach silnika rakietowego. Przedstawione zostaną także wyniki badań wstępnych nad pirolizą materiałów CFRC otrzymywanych z tkanin węglowych i żywic fenolowo-formaldehadowych.

projekt finansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu Lider XIII. Nr projektu LIDER13/0108/2022

Kompozyty węgiel/węgiel



OTRZYMYWANIE KOMPOZYTÓW ZBROJONYCH WŁÓKNEM WĘGLOWYM NA PREFORMY DO WĘGLOWO-WĘGLOWYCH DYSZY SILNIKÓW RAKIETOWYCH

Ryszard **WIEŁOWSKI**¹, Martyna **SZATKOWSKA**¹, Piotr **SZATKOWSKI**¹, Marcel **ZAMBRZYCKI**¹,
Wojciech **PIEKARCZYK**¹, Aneta **FRĄCZEK-SZCZYPTA**¹, Maciej **GUBERNAT**¹

¹AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki,
Katedra Biomateriałów i Kompozytów

E-mail: rwielows@agh.edu.pl, maciej.gubernat@agh.edu.pl

Kompozyty węglowo-węglowe (ang. *Carbon Fiber Reinforced Carbon*) są grupą zaawansowanych syntetycznych materiałów węglowych dedykowanych wymagającym aplikacjom, jak technologie kosmiczne [1-3]. Przeważnie półproduktami do ich wytwarzania są odpowiednio dobrane kompozyty polimerowe na bazie włókien węglowych wytworzone popularnymi technikami, jak pultruzja czy metoda nawijania włókna. Podstawowymi etapami otrzymywania są impregnacja włókien w cieczach polimerowych bądź innych syciwach, formowanie oraz utwardzenie [4]. Te procesy technologiczne będą zróżnicowane w zależności od rodzaju wykorzystanych surowców czy urządzeń. Kluczowym aspektem jest niezaprzeczalnie dobór i zastosowanie polimerów termoutwardzalnych. W omawianej pracy jako syciwo wykorzystano żywicę fenolowo-formaldehydową, zaś jako zbrojenie włókna węglowe średnio i wysoko -modułowe. Celem przeprowadzonych prac było otrzymanie prętów kompozytowych o przekroju kołowym i średnicy 2 mm z udziałem zbrojenia na poziomie 70% mas. Pręty formowano w sposób ciągły. Wykonano badania nad wpływem czasu i temperatur syciowania, odległości między poszczególnymi elementami linii technologicznej, a także zastosowaniem ustników formujących celem nadania oczekiwanej geometrii przekroju. Otrzymane pręty kompozytowe zbadano pod kątem udziału fazy włóknistej, morfologii, wymiarów czy kształtu. Celem było osiągnięcie prekursorowych prętów kompozytowych o module Younga powyżej 40 GPa. Parametr ten badano metodą ultradźwiękową z zastosowaniem fali podłużnej.

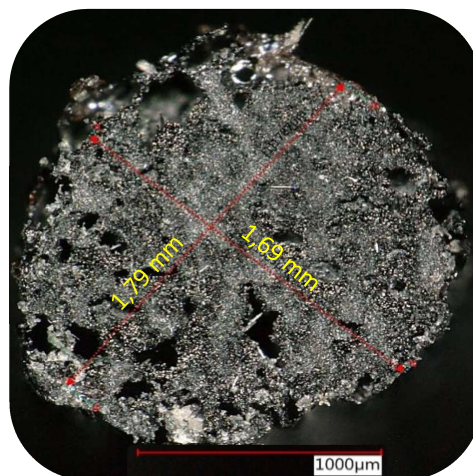
Rysunek 1 Morfologia przekroju otrzymanego pręta kompozytowego o geometrii zbliżonej do kołowej o wymiarach 1,79x1,69 mm.

Finansowanie:

Projekt finansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu Lider XIII. Nr projektu LIDER13/0108/2022

Literatura

- [1] Gruber U. et al., 12.2 Carbon Fiber Reinforced Carbon (2021).
- [2] Fitzer E., The future of carbon-carbon composites, Carbon 25 (1987): 163-190.
- [3] Chłopek J. et al. Mechanical properties of carbon-carbon composites, Ceramics International 19 (1993): 251-257.
- [4] Nawaz A. A. et al., Polyester Usage in Manufacturing of Electrical and Mechanical Products and Assemblies (2018).



Anton Paar

Aparaty do badania porowatości i powierzchni właściwej materiałów węglowych i różnego rodzaju kompozytów oraz właściwości katalizatorów i gęstości właściwej materiałów stałych, sypkich i półpłynnych

Anton Paar Poland Sp. z o.o. ,ul. Hołubcowa 123; 02-854 Warszawa

e-mail: pawel.wojda@anton-paar.com tel: 539 737 776



Analizatory adsorpcji - kompaktowe, nowoczesne i w pełni automatyczne aparaty dokonujące precyzyjnych pomiarów adsorpcji fizycznej gazów, chemisorpcji oraz izoterm adsorpcji pary w celu precyzyjnego ustalenia wielkości porów, obszaru powierzchni BET, sorpcji wilgoci i innych rozpuszczalników oraz specyficznych interakcji pomiędzy gazami i ciałami stałymi. Wszystkie te parametry są istotne dla optymalizacji produkcji lub doboru adsorbentów, katalizatorów, farmaceutyków, akumulatorów oraz innych materiałów porowatych.

Analizatory gęstości ciał stałych, sypkich i półpłynnych - piknometry gazowe umożliwiają uzyskanie dokładnych wyników dla dowolnego typu stosowanych celi pomiarowych. Analizatory gęstości nasypowej mogą korzystać z szeregu cylindrów o stopniowanej wielkości, co umożliwia ich dostosowanie do wymagań różnych standardów.

Porometry i porozymetry - łatwe w obsłudze i bezpieczne podczas użytkowania porozymetry rtęciowe uzyskują rozkład wielkości oraz objętość porów dostępnych w bardzo szerokim zakresie średnicy od 3,6nm do nawet 1100µm. Aparaty kapilarno-przepływowe zaprojektowane do dokładnych pomiarów porów przelotowych w materiałach filtracyjnych / membranowych.



AEROGELS FEATURING REDUCED GRAPHENE OXIDES: A POTENTIAL ELECTRODE MATERIAL FOR SUPERCAPACITORS

Adam MOYSEOWICZ, Dagmara CIEŚLAK, Kacper NÜRNBERG

Department of Process Engineering and Technology of Polymer and Carbon Materials, Faculty of Chemistry,
Wrocław University of Science and Technology, Gdańska 7/9, 50-344 Wrocław

E-mail: adam.moyseowicz@pwr.edu.pl

Supercapacitors are receiving attention as viable energy storage solutions due to their notable power density and fast charge-discharge characteristics. In order to enhance the performance of supercapacitors, it is vital to employ materials that offer enhanced specific surface area and electrical conductivity. In recent years, there has been a notable increase in interest in the utilization of reduced graphene oxide (rGO) aerogels as a promising option for supercapacitor electrodes [1]. The significance of the porous structure of aerogels is of utmost importance in the field of energy storage applications. Graphene-based aerogels are widely recognized for their remarkably large specific surface area and complex pore networks. The porous architecture provides a developed surface for the adsorption of electrolyte ions, effectively increasing the electrochemically active area within the electrode and improving the capacitive properties of the electrode material. Furthermore, the interconnected pores facilitate rapid ion diffusion, enabling swift charge and discharge cycles with minimal internal resistance [2]. The goal of this work is to share research on various rGO-based aerogels that can be used in supercapacitors. These include a group of carbon-carbon composites made up of rGO and carbon nanofibers (CNFs) that were made using a straightforward, one-step hydrothermal method. followed by freeze drying to produce highly porous and lightweight structures. The second group of materials that were investigated were rGO aerogels, which were activated through microwave-assisted physical activation with carbon dioxide. Porous structure, morphology, and composition of all of the obtained materials were characterized by nitrogen sorption at 77 K, SEM observations, elemental analysis, XPS, and TGA. The electrochemical properties of the aerogels were investigated in aqueous electrolytes using galvanostatic charge-discharge (GCD), cyclic voltammetry (CV), and electrochemical impedance spectroscopy (EIS) measurements

.Acknowledgements

The following research was in part financially supported by a statutory activity subsidy from the Polish Ministry of Education and Science for the Faculty of Chemistry of Wrocław University of Science and Technology and partially was funded by the National Science Center, Poland, under the grant agreement 2021/43/D/ST5/01584.

References

- [1] S.P. Lee, G.A.M. Ali, H.H. Hegazy, H.N. Lim, K.F. Chong, *Energy Fuels* 35, 2021, 4559-4569
- [2] W. Ge, W. Wang, F. Jia, S. Song, *Chem Phys* 543, 2021, 111096

CHARACTERIZATION AND ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF REDUCED GRAPHENE OXIDE AEROGEL FOR HIGH-VOLTAGE SUPERCAPACITOR

Katarzyna **GAJEWSKA**, Adam **MOYSEOWICZ**, Grażyna **GRYGLEWICZ**

Department of Process Engineering and Technology of Polymer and Carbon Materials, Faculty of Chemistry,
Wrocław University of Science and Technology, Gdańska 7/9, 50-344 Wrocław [poster nr 5 . str 49]

E-mail: grazyna.gryglewicz@pwr.edu.pl

Reduced graphene oxide (rGO) has been reported for many years as a suitable electrode material for supercapacitor applications that can effectively increase the specific capacitance and, as a result, the energy density of the device [1]. Nevertheless, as a result of the restacking of graphene sheets, high theoretical specific capacitance has not been readily attained, despite the material's broadly known advantages. To overcome this barrier, a reduced graphene oxide aerogel (rGO aero) material with a stable 3D porous network of graphene sheets can be applied, due to its higher pore volume and electrical conductivity. From an ecological point of view, electrode material should be used in combination with a low toxic, easy-to-apply and also electrochemically active electrolyte.

Our method uses an active electrode material obtained by the hydrothermal reduction of graphene oxide (GO), which is easy to prepare material [2], taking into account environmental and economic factors (see schematic below).



To investigate the influence of the reduction and drying method on the structure and electrochemical properties, two-electrode symmetrical devices based on conventionally obtained rGO followed by vacuum-drying (rGO HT) and rGO aero were assembled and tested in a neutral aqueous electrolyte (1M Na₂SO₄). Both rGO materials were capable of stable work above the theoretical potential of water decomposition, reaching up 1.8 V for rGO HT and 2.0 V for rGO aero. rGO HT allows one to store energy density value of 12.3 Wh kg⁻¹. The combination of hydrothermal reduction of GO followed by freeze-drying (rGO aero) enables to widen the potential window by 0.2 V, up to 2.0 V and the full symmetric cell analysis indicated that the energy density was found to be 19.3 Wh kg⁻¹.

The aerogel structure provides appropriate pathways for the transfer and storage of electrons for aqueous electrolytes with high ionic conductivity. The mentioned properties of rGO aero emphasise its promising applicability in industry as an electrode for high-performance two-electrode symmetric aqueous supercapacitors.

Acknowledgements

The following research was financially supported by a statutory activity subsidy from the Polish Ministry of Education and Science for the Faculty of Chemistry of Wrocław University of Science and Technology.

References

- [1] S. Korkmaz and A. Kariper., *J. Energy Storage* 2020, 27 (2020) 1-12.
- [2] N. Díez, A. Śliwak, S. Gryglewicz, B. Grzyb, G. Gryglewicz, *RSC Adv.*, **5** (2015) 81831-81837.

IMPACT OF GRAPHENE-BASED MATERIALS MODIFICATION WITH NITROGEN AND GOLD NANOPARTICLES ON THE ELECTROCHEMICAL DETECTION OF EPINEPHRINE

Piotr WIENCH¹, Zoraida GONZALEZ², Daria MINTA¹, Rosa MENENDEZ², Grażyna GRYGLEWICZ¹

¹Department of Process Engineering and Technology of Polymer and Carbon Materials, Faculty of Chemistry, Wrocław University of Science and Technology, Gdańska 7/9, 50-344, Wrocław, Poland

²Instituto de Ciencia y Tecnología del Carbono (INCAR), CSIC, Francisco Pintado Fe 26, Oviedo 33011, Spain

E-mail: grazyna.gryglewicz@pwr.edu.pl

Currently, there is a great research interest in the development of novel techniques for the detection of several neurotransmitters as epinephrine (EP), which is a dopamine (DA) derivative. Too high concentrations of EP lead to hypertension and the occurrence of headaches, anxiety, and high body weight fluctuations which may lead to obesity and heart disorders [1]. One of the proposed alternatives to commonly applied spectroscopic or chromatographic techniques is electrochemical detection. Typically, electrochemical sensors consist of three electrodes among which the working electrode (WE) is the most important, as it acts as sensing platform. Non-modified WEs are characterized by weak anodic responses from analytes of interest, worsening resulting sensor working parameters. To improve key parameters as limit of detection (LOD), linear range (LR) or sensitivity, several WE modifiers have been proposed, as graphene materials, nitrogen-doped graphene materials or graphene materials modified with gold nanoparticles (AuNPs) [2].

In this work, we have modified a glassy carbon electrode (GCE) with reduced graphene oxide (RGO), nitrogen-doped reduced graphene oxide (NRGO) and gold nanoparticles (AuNPs/NRGO) for electrochemical EP sensing. Graphene materials were synthesized under hydrothermal conditions (180°C/12h), while AuNPs were deposited on NRGO using electrodeposition technique. The resultant sensors working parameters are shown in Table 1. According to the results, the best sensor performance towards EP was revealed for AuNPs/NRGO/GCE, displaying a wide linear range of 5-200 μM , a high sensitivity and a detection limit of 2.55 μM . The presence of nitrogen in the NRGO structure ensured a homogeneous distribution of AuNPs on the electrode. The excellent sensor performance could be explained considering the enhanced electrical conductivity and the increased number of active sites accessible for analyte attachment.

Table 1. Sensor working parameters of assessed electrodes

Electrode	LOD, μM	Linear range, μM	Sensitivity, $\mu\text{A}/\mu\text{M}$
RGO/GCE	3.51	5-125	1.05
NRGO/GCE	3.16	10-250	0.10
AuNPs/NRGO/GCE	2.55	5-200	0.14

References

- [1] R. Sharara-Chami, Y. Zhou, S. Ebert, K. Pacak, U. Ozcan, J. Majzoub, *Int. J. Biochem. Cell Biol.*, 44 (2012) 905–913.
[2] F. Cui, X. Zhang, *J. Electroanal. Chem.*, 669 (2012) 35–41.

TIN IMPREGNATED HARD CARBONS AS ANODE MATERIALS IN SODIUM-ION BATTERIES

Denis KOPIEC, Adam MOYSEOWICZ

Department of Process Engineering and Technology of Polymer and Carbon Materials, Faculty of Chemistry, Wrocław University of Science and Technology. Gdańska 7/9, 50-344 Wrocław

E-mail: adam.moyseowicz@pwr.edu.pl

The sodium-ion batteries (SIBs) have attracted the attention of researchers as a promising alternative to the lithium-ion batteries because of the abundance and cost-effectiveness of sodium sources. However, the main factor restricting the progress of SIBs is the development of suitable electrode materials that would enable high capacity and excellent cyclability. To overcome these challenges, tin has been proposed as a potential solution, because of its high theoretical capacity, combined with good sodium intercalation properties. On the other hand, pure tin suffers from significant volume expansion during cycling, leading to pulverization and deterioration of the electrode structure [1]. To address this challenge, the incorporation of tin into hard carbons has been explored. The composite structure not only mitigates unwanted volume changes but also provides additional benefits. The incorporation of tin within the hard carbon matrix improves the electrical conductivity of the composite, facilitating faster charge transfer kinetics. Moreover, the hard carbon component acts as a stabilizer and minimize the agglomeration and detachment of tin particles during cycling. However, it is still a challenge to receive composite of hard carbon and tin with improved structural integrity and cycling stability while maintaining high capacity contribution of tin in the battery [2]. In this work, two methods were applied for the preparation of hard carbons – evaporation induced self-assembly (EISA) and the hydrothermal approach. After the synthesis, the tin impregnation using tin chloride was conducted via hydrothermal process at 180°C for 20 h, followed by the reduction at 550°C under the hydrogen flow. The morphology, porosity, and composition of all of the obtained materials were characterized by several instrumental techniques, including SEM observations, N₂ sorption at 77 K, and TGA. The electrochemical measurements were performed in the half-cell with NaPF₆ in EC/DMC electrolyte using galvanostatic, cyclic voltammetry and impedance spectroscopy techniques.

Acknowledgements: This research was funded by the National Science Center, Poland, under the grant agreement 2021/43/D/ST5/01584.

References

- [1] Liang, J. M., Zhang, L. J., Xili, D. G., & Kang, J., Research progress on tin-based anode materials for sodium ion batteries, *Rare Metals*, 39 (2020) 1005-1018.
- [2] Wang, J, Yin, H, Wang, Z, et al. High-performance Sn-based anode with robust lignin-derived hard carbon support for sodium-ion batteries, *Asia-Pac J Chem Eng.* 2022; 17(4):e2768

GAGAT- NATURALNY MATERIAŁ WĘGLOWY DO ZASTOSOWAŃ W OGNIWACH SODOWO-JONOWYCH

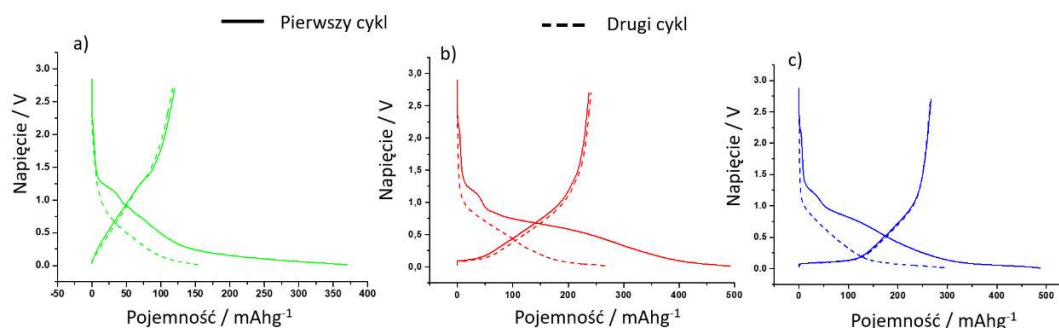
Piotr **MADAJSKI**¹, Grzegorz **TRYKOWSKI**¹, Anita **CYMANN-SACHAJDAK**²,
Monika **WILAMOWSKA-ZAWŁOCKA**², Stanisław **BINIAK**¹

¹ Katedra Chemii Materiałów, Adsorpcji i Katalizy, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Gagarina 7, 87-100 Toruń; ² Katedra Konwersji i Magazynowania Energii, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

E-mail: piotr.madajski@doktorant.umk.pl WWW: nchem.umk.pl

Opracowanie materiałów elektrodowych o niskich kosztach produkcji oraz jak najlepszych właściwościach elektrochemicznych jest obecnie kluczowe do komercyjnego zastosowania baterii sodowo-jonowych (SIB). W przypadku materiałów katodowych obecnie badane są m.in. warstwowe tlenki metali przejściowych, związki polianionowe, związki na bazie błękitu pruskiego czy też związki organiczne. Anody natomiast, poszukuje się wśród materiałów węglowych, związków tytanu lub metali lub stopów. Wśród materiałów anodowych ze względu na szeroką dostępność surowców, prostą syntezę i niski koszt dużą popularność zyskały materiały na bazie węgla[1].

Celem prezentowanych badań jest poszukiwanie nowego materiału anodowego dla SIB. Jako surowiec wyjściowy wytypowano gagat, który został poddany nieskomplikowanemu technologicznie przygotowaniu oraz pirolizie.



Rysunek 1. Profile galwanostaticznego ładowania/rozładowania dla a) gagat F7 500, b) gagat F7 700, c) gagat F7 900.

Otrzymane z niego materiały anodowe zostały scharakteryzowane metodami mikroskopowymi, spektroskopowymi, rentgenostrukturalnymi oraz poddane analizie elektrochemicznej w celu sprawdzenia ich zdolności do magazynowania jonów sodu.

Podziękowanie: Narodowe Centrum Nauki za finansowanie grantu Beethoven, nr umowy 2018/31/G/ST5/02056.

Literatura

[1] M. Zhang, Y. Li, F. Wu, Y. Bai, C. Wu, *Nano Energy*, 82 (2021) 105738.

MOULD – PRODUCENT FORM I KOMPOZYTÓW

Krzysztof BODYŃSKI

MOULD, ul. Pszenna 2, 44-109 Gliwice bodynski@mould.pl

Mould.pl jest szybko rozwijającym się podmiotem gospodarczym z siedzibą w Gliwicach. Głównym obszarem naszej działalności jest produkcja elementów kompozytowych z użyciem włókna szklanego oraz carbonu, a także form kompozytowych do przemysłu.

FORMY KOMPOZYTOWE

Formy kompozytowe dzięki swoim właściwościom znajdują zastosowanie w niemal każdej gałęzi przemysłu i z powodzeniem mogą konkurować, a nawet wypierać tradycyjne formy aluminiowe i stalowe. Szeroka gama wysoce wyspecjalizowanych tworzyw narzędziowych (żelkoty) oraz możliwość obróbki modelu, dają sposobność uzyskania dowolnej powierzchni formy - (gładkie, chropowate lub imitacja skóry), bez ponoszenia dodatkowych kosztów jak piaskowanie, czy trawienie fotochemiczne. Brak ograniczeń co do kształtu i wielkości projektowanego elementu, sprawia nieograniczony zakres zastosowania naszych form, a dzięki niewielkiej gęstości żywicy (ok. 1500kg/m³) w stosunku do aluminium (2700kg/m³) i stali (7700kg/m³), istnieje możliwość obniżenia ciężaru formy. Do niewątpliwych zalet należą również możliwości regeneracji oraz niski koszt produkcji form, dzięki czemu Państwa firma może znacznie zredukować koszty.



PRODUKTY KOMPOZYTOWE

Jako jedna z niewielu firm w Polsce posiadamy proporcjoner do żywic epoksydowych, dzięki któremu mamy możliwość wytwarzania struktur kompozytowych technologią RTM i LRTM o wysokich parametrach wytrzymałościowych bez ograniczeń gabarytowych.

Zalety: możliwość uzyskania powierzchni gładkich z obydwóch stron, powtarzalność, ochrona środowiska, wysoka jakość wykonania, duże serie w krótkim czasie - dzięki zastosowaniu wysokotemperaturowych żywic do infuzji i RTM-u, mamy możliwość produkcji elementów w kilka minut. Technologie: RTM i LRTM, Vacuum, Laminowanie ręczne, Prasa.



ZIELONE“ ŻYWICE I RECYCLING JAKO PRZYSZŁOŚĆ BRANŻY KOMPOZYTOWEJ

Agnieszka **BERESKA** , Bartłomiej **BERESKA**,

NOMA Resins Sp. z o.o. , ul. Bojkowska 35A, 44-100 Gliwice

a.bereska@noma.com.pl

Firma **NOMA Resins Sp. z o. o.** jest dynamicznie rozwijającą się firmą, która swoją działalność opiera na łączeniu nauki i przemysłu. Firma została założona przez pasjonatów chemii i materiałów kompozytowych, chcących wdrażać wyniki własnych prac badawczo-rozwojowych w rzeczywistych aplikacjach przemysłowych, co robi z powodzeniem od początku swojego istnienia.

Poza działalnością produkcyjną, Spółka obecnie realizuje **międzynarodowe projekty badawcze**, w tym dwa projekty Horyzont Europa, „Multi-level Circular Process Chain for Carbon and Glass Fiber Composites” oraz „Manufacturing process for bio-based fiber-reinforced composite parts for structural applications” oraz Polsko-Norweski projekt Green-Comp „The Polish-Norwegian partnership to drive sustainable development and innovation in the composites industry towards their green transition through effective recycling processes and practices.”.

Jednym z najnowszych kierunków rozwoju firmy są nowoczesne bio-żywice epoksydowe, zawierające do 40% surowców pochodzenia naturalnego oraz wytwarzanie kompozytów strukturalnych opartych na surowcach pochodzących z recyklingu. Spółka posiada własne know-how w zakresie chemicznego i mechanicznego recyklingu kompozytów poliestrowo-szklanych jak i epoksydowo-węglowych.

PHOENIX EQUIPMENT POLSKA - aplikatory żywic

Jerzy **MIŚKÓW**

ul.Choinkowa 22, 43-340 Kozy

opticap@opticap.com.pl

PHOENIX EQUIPMENT POLSKA jest autoryzowanym przedstawicielem w Polsce producenta urządzeń do aplikacji żywic i żelkotów **PHOENIX EQUIPMENT COMPANY**. W prezentacji zostanie przedstawione działanie aplikatorów przy wytwarzaniu kompozytów polimerowych.

BETULIN, AN ANTIBACTERIAL AND ANTI-INFLAMMATORY PROPERTIES MODIFICATOR FOR TOUGH AND FLEXIBLE POLYMERIC MATERIALS

Andrzej S. Swinarew^{1,2}, Tomasz Wikarek³, Arkadiusz J. Stanula², Jadwiga Gabor¹,
Artur Sowiński¹, Edyta Taracha Szewczyk⁴, Magdalena Popczyk¹

¹ Faculty of Science and Technology, University of Silesia in Katowice, Poland

² Department of Swimming and Water Rescue, Institute of Sport Science, The Jerzy Kukuczka Academy of Physical Education, Katowice, ³ LEON Witas Spółka Jawna, ul. Dąbrowska 205, 42-504 Będzin, ⁴ Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Katowicach im. Sierżanta Grzegorza Załogi

**a.swinarew@awf.katowice.pl*

Any factor that destroys bacteria or reduces its growth and ability to reproduce can be considered as antibacterial. The most commonly used methods of generative and vegetative bacterial forms removal are thermal sterilization by hot air or hot steam under high pressure, chemical substances (nitrogen dioxide, ozone, ethylene oxide, glutaraldehyde, formaldehyde, hydrogen peroxide, peracetic acid), physical agents e.g. radiation. In everyday life we often use disinfection of surfaces and everyday objects, which allows to remove bacterial cells from the surroundings. Disinfection is distinct from sterilization because it allows to remove only living forms of bacteria. It is active against endospores. The most commonly used methods of disinfection are ethanol, isopropanol and phenol solution, aldehydes like in sterilization, oxidizing agents (e.g. chlorine or other halogens compounds). Every of those solutions has big disadvantages for widespread usage in plastics. The need of re-heating object before every use would be extremely impractical for everyday use (however it is the best method for sterilization and disinfection of medical tools). Antibiotics can fulfill their role in reducing bacteria population living organisms but it is very difficult to use them in processing of materials. It is quite possible that theoretical process of materials' surface covering with antibiotics would do more harm than good to the environment, because its concentration is already a big problem for many habitats [1]. What is more it has been proven that activity of some antibiotics is stable below -70°C, what along with high price of method disqualifies this idea as well [2]. Third mentioned method cannot be applied to modify plastics. Alcohols would have problems with evaporation during processing and usage of material. Chlorine (besides high toxicity) would react with most of polymers not only changing its properties but also become inactive after reaction and formation of chemical bonds.

Other way of adding anti-bacterial properties to polymers is a modification with nanoparticles. Many methods of modification like sol-gel [3], co-precipitation [4], plasma treatment [5], ion implantation [6] or diffusion by gamma radiation [7] are known but they are changing only surface of material. Method developed by us can be applied to add antibacterial properties to interior of polymer to provide good protection even in case of damaging exterior layer.

Those properties depend on size, morphology, overcome cohesion forces of particular particle. There are few main mechanisms of bacteria growth inhibition. The antiseptic properties of nanoparticles may be associated with mechanisms of cytoplasmic membrane and cell wall destruction, homeostasis disorder, destructive effects on cell DNA and inactivation of proteins e.g. bacterial enzymes. Multidirectional interactions of nanoparticles with cell organelles and biochemical pathways reduce the risk of drug resistance in bacteria. In the case of antibiotic resistance phenomenon is the reason for ineffectiveness of these substances [8].

Scientists research showed that metals and metal oxides nanoparticles are impressive antibacterial agents, because of its unique properties caused by size of particles. One of the examples of practical use

of nanoparticles are ZnO and CuO-coated textiles. During the research, nanoparticles were synthesized on the surface of cotton and polyester. Those materials were used to sew overalls. The results of the antibacterial activity of metal oxides nanoparticles in cultures indicate that the growth of *Staphylococcus aureus* and *Acinetobacter baumannii* was inhibited [9]. The antibacterial properties of nanosilver are commonly known [10, 11].

In many cases nanosilver is used as an active ingredient in composite with nanostructured silica [12].

In this work, we present the results of selected polymers modification with betuline itself to be used for professional use in public buildings as well as in hospitals for door and closing systems. In all the cases our results showed bacterial population reduction.

References

1. Mojica, E.-R.E., Aga, D.S. Antibiotics Pollution in Soil and Water: Potential Ecological and Human Health Issues. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences Encyclopedia of Environmental Health 2011: pp. 97–110.
2. Verdon, E., Fuselier, R., Hurtaud-Pessel, D., Couedor, P., Cadieu, N., Laurentie, M. Stability of penicillin antibiotic residues in meat during storage Ampicillin *Journal of Chromatography A* 882 2000: pp. 135–143.
3. Tachikawa, S., Noguchi, A., Tsuge, T., Hara, M., Odawara, O., Wada, H. Optical Properties of ZnO Nanoparticles Capped with Polymers *Materials* 4 (6) 2011: pp. 1132–1143.
4. Alam, M., Ansari, A.A., Shaik, M.R., Alandis, N.M. Optical and electrical conducting properties of Polyaniline/Tin oxide nanocomposite *Arabian Journal of Chemistry* 6 2013: pp. 341–345.
5. Mackova, A., Svorcik, V., Stryhal, Z., Pavlik, J. RBS and AFM study of Ag and Au diffusion into PET foils influenced by plasma treatment *Surface and Interface Analysis* 38 2006: pp. 335–338.
6. Prakash, J., Tripathi, A., Rigato, V., Pivin, J.C., Tripathi, J., Chae, K.H., Sanjeev, G., Kumar, P., Asokan, K., Avasthi, D.K. Synthesis of Au nanoparticles at the surface and embedded in carbonaceous matrix by 150 keV Ar ion irradiation *Journal of Physics D: Applied Physics* 44 2011: pp. 125302.
7. Akhavan, A., Sheikh, N., Khoylou, F., Naimian, F., Ataeivarjovi, E. Synthesis of antimicrobial silver/hydroxyapatite nanocomposite by gamma irradiation *Radiation Physics and Chemistry* 98 2014: pp. 46–50.
8. Pokrowiecki, R., Zaręba, T., Mielczarek, A., Opalińska, A., Wojnarowicz, J., Majkowski, M., Łojkowski, W., Tyski, S. Evaluation of biocidal properties of silver nanoparticles against cariogenic bacteria *Medycyna Doświadczalna i Mikrobiologia* 65 (3) 2013: pp. 197–206.
9. Perelshtein, I., Lipovsky, A., Perkash, N., Tzanov, T., Arguirova, M., Leseva M., Gedanken A. Making the hospital a safer place by sonochemical coating of all its textiles with antibacterial nanoparticles *Ultrasonics Sonochemistry* 25 2015: pp. 82–88.
10. Guo, L., Yuanc, W., Lua, Z., Li, C.M. Polymer/nanosilver composite coatings for antibacterial applications *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 439 2013: pp. 69 – 83.
11. Trujillo, N.A., Oldinski, R.A., Ma, H., Bryers J.D., Williams J.D., Popat K.C. Antibacterial effects of silver-doped hydroxyapatite thin films sputter deposited on titanium. *Materials Science and Engineering C* 32 2012: pp. 2135–2144.
12. Tang, J., Tang, D., Su, B., Li, Q., Qiu, B., Chen, G. Nanosilver-penetrated polyion graphene complex membrane for mediator-free amperometric immunoassay of alpha-fetoprotein using nanosilver-coated silica nanoparticles *Electrochimica Acta* 56 (11) 2011: pp. 3773–3780.

DOBÓR MATERIAŁU POLIMEROWEGO, WYKONANEGO METODĄ DRUKU 3D, PRZEZNACZONEGO DO RĘKAWIC OCHRONNYCH W CELU PODWYŻSZENIA ODPORNOŚCI NA PRZECIĘCIE

Emilia ŻYŁKA¹, Emilia IRZMAŃSKA¹, Jakub SARAMAK², Magdalena JURCZYK-KOWALSKA³

¹ Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Wierzbowa 48, 90-133 Łódź

² SMK3D Jakub Saramak, ul. ul. Opałowa 11 m. 17, 93-487 Łódź; ³ Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Materiałowej, ul. Wołoska 141, 02-507 Warszawa

E-mail: emzyl@ciop.lodz.pl; emirz@ciop.lodz.pl

Urazy w miejscu pracy często spowodowane są wypadkami, które wynikają z niewłaściwej lub niewystarczającej ochrony pracowników. Według jednej z grupy badaczy wśród części ciała najbardziej narażonych na różne zagrożenia (przecięcia, otarcia, przypalenia) są dłonie i palce [1]. Urazów takich można uniknąć stosując rękawice ochronne.

Rękawice ochronne odporne na przecięcia służą do ochrony rąk użytkownika przed skaleczeniami podczas pracy z ostrymi narzędziami lub krawędziami na stanowiskach pracy takich jak zakłady przetwórstwa mięsnego, zakłady produkujące i przetwarzające szkło, zakłady obróbki blach itp. [2]. Takie rękawice poza wysoką odpornością na przecięcia powinny się jeszcze charakteryzować dobrą zręcznością manualną, a także pożądanymi parametrami mechanicznymi w zakresie m.in. rozdzierania, ścierania, przekłucia, zginania.

Celem badań było opracowanie założeń do modyfikacji materiałów tekstylnych z zastosowanie polimerowego druku 3D w kierunku podwyższenia odporności na przecięcie rękawic ochronnych. Wydrukowanych zostało szereg materiałów polimerowych różniących się między sobą właściwościami fizykochemicznymi, a następnie zgodnie z obowiązującymi normami EN 388+A1:2019-01 [3] oraz EN ISO 13997:2003 [4] zbadane zostały parametry związane z odpornością na przecięcie oraz ochroną przed czynnikami mechanicznymi.

Dotychczasowe badania wykazały, że spośród szeregu testowanych materiałów najbardziej obiecującymi są: termoplastyczny poliuretan (TPU) oraz termoplastyczny elastomer FiberFlex. Dodatkowo do wytypowanych materiałów polimerowych zostało wprowadzone zbrojenie metaliczne z zastosowaniem druku 3D i zbadane zostały parametry wytrzymałościowe w zakresie m.in. odporności na rozciąganie. Badania wykazały, że materiały zawierające wzmocnienie metaliczne wykazują wyższą odporność mechaniczną. Odporność na przecięcie wzrosła o 70%, a siła potrzebna do rozerwania próbki wzrosła o ponad 20% w porównaniu do czystego polimeru. Obserwacje makroskopowe wyraźnie pokazują, że wytrzymałość mechaniczna zależy od rodzaju materiału polimerowego i adhezji pomiędzy poszczególnymi warstwami filamentu.

Bibliografia

- [1] Laurent Claudon, Influence on grip of knife handle surface characteristics and wearing protective gloves, Applied Ergonomics, 2006, 37, 729-735
- [2] Paulina Kropidłowska, Emilia Irzmańska, Radosław Andziński, Cut protective materials from the point of view of working environment, World Textile Conference AUTEX 2022, doi: 10.34658/9788366741751.8
- [3] EN 388+A1:2019-01 Protective gloves against mechanical risks
- [4] EN ISO 13997:2003 Protective clothing – Mechanical properties – Determination of resistance to cutting by sharp object

OCHRONNE WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE I ELEKTROSTATYCZNE OBUWIA OCHRONNEGO W ZALEŻNOŚCI OD APLIKACJI WIELKOŚCI PŁATKÓW GRAFITU DO MATRYCY POLIMEROWEJ POLICHLORKU WINYLU

Agnieszka ADAMUS-WŁODARCZYK¹, Emilia IRZMAŃSKA¹, Paweł SZROEDER^{2,3}, Aneta RASZKOWSKA-KACZOR⁴, Daniel KACZOR⁴, Marek DOERING³

¹ Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Wierzbowa 48, 90-133 Łódź

² Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Al. Powstańców Wielkopolskich 2, 85-090 Bydgoszcz; ³ Instytut Materiałów Węglowych Sp. z o.o. ul. Osadnicza 1, 87-100 Toruń; ⁴ Sieć Badawcza Łukasiewicz Instytut Inżynierii Materiałów i Barwników, ul. M. Skłodowskiej-Curie 55, 87-100 Toruń

E-mail: agada@ciop.lodz.pl; emirz@ciop.lodz.pl

Modyfikacja materiałów wykorzystywanych do produkcji obuwia ochronnego może prowadzić do zwiększenia nie tylko komfortu użytkowania, ale przede wszystkim bezpieczeństwa użytkowników. Proponuje się wykorzystanie nanomateriału, w postaci grafitu, jako głównego czynnika modyfikującego materiały polimerowe, wykorzystywanego w produkcji obuwia ochronnego, w celu podwyższenia jego odporności termicznej oraz antyelektrostatycznej. Do wstępnych prac wytypowany został grafit ze względu na dużą powierzchnię właściwą, bardzo dobre właściwości, m.in. termiczne, mechaniczne oraz elektryczne [1,2], co może rokować podwyższeniem poziomu ochrony wymienionych parametrów.

Celem prowadzonych badań była ocena wpływu dodatku grafitu płatkowego o dwóch wielkościach tj. poniżej 5 μm oraz 10 μm na właściwości matrycy polimerowej obuwia ochronnego. W laboratorium Sieci Badawczej Łukasiewicz Instytutu Inżynierii Materiałów i Barwników wytworzone zostały w procesie wytłaczania płaskie materiały polimerowe z polichlorku winylu z różną zawartością grafitu w zakresie stężeń od 0 do 10%. Otrzymane materiały polimerowe przebadane zostały w Laboratorium Pracowni Ochron Rąk i Nóg CIOP-PIB na zgodność z wymaganiami norm dla obuwia ochronnego, zgodnie z PN-EN ISO 20344:2022-04 [3] m. in. w zakresie parametrów mechanicznych (wytrzymałość na rozciąganie, rozdzielanie) i elektrostatycznych (rezystancja skrośna i powierzchniowa).

Wnioski z badań wykazują wpływ wielkości płatków oraz stężenia grafitu na właściwości matrycy polimerowej. W przypadku wytrzymałości na rozciąganie wyższe wyniki wydłużenia przy zerwaniu otrzymano dla próbek z dodatkiem większych płatków grafitu, a najwyższy wzrost o 20% zaobserwowano przy stężeniu 0,7%. Dodatek płatków poniżej 5 μm spowodował wzrost wydłużenia o 10% i utrzymywał się na podobnym poziomie bez względu na stężenie. W przypadku odporności na rozdzielanie maksymalną wartość uzyskano dla próbki z 1,5% grafitu o wielkości płatków poniżej 5 μm . Wzrost wielkości płatków spowodował, że najwyższą wartość odporności na rozdzielanie osiągnięto przy wyższym 2% stężeniu. Zaobserwowano również wpływ grafitu na rezystancję elektryczną, którego dodatek w postaci mniejszych płatków o stężeniu 0,5% zwiększa opór elektryczny o 50%. Próbka z dodatkiem mniejszych płatków grafitu maksymalną wartość rezystancji uzyskała przy stężeniu 1% i wzrosła o 100% w stosunku do próbki bez dodatku grafitu.

Obserwacje mikroskopowe i makroskopowe potwierdziły równomierne rozmieszczenie grafitu w strukturze polimerowej, co wskazuje na jednorodność badanego materiału.

Bibliografia

- [1] He, F.; Lam, K.-H.; Fan, J.; Chan, L.H. Improved dielectric properties for chemically functionalized exfoliated graphite nanoplates/syndiotactic polystyrene composites prepared by a solution-blending method. Carbon 2014, 80, 496–503
- [2] Bastiurea, M., Rodeanu, M.S., Dima, D., Murarescu, M., & Andrei, G. Evaluation of Mechanical Properties of Polyester Composite with Graphene and Graphite through Three-Point Bending Test. Applied Mechanics and Materials, 2014, 659, 22–27
- [3] PN-EN ISO 20344:2022-04 Środki ochrony indywidualnej -- Metody badania obuwia

DOPOWANY GRAFEN W ZASTOSOWANIACH ELEKTROCHEMICZNYCH

Julia **PACHNIEWSKA**¹, Karol **KURKOWSKI**¹, Mateusz **SZTYLER**¹, Piotr **KAMEDULSKI**^{1,2},
Jerzy **P. ŁUKASZEWICZ**^{1,2}, Piotr A. GAUDEN¹

¹Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Wydział Chemii, u. Gagarina 7, 87-100 Toruń

²Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii, ul. Wileńska 4, 87-100 Toruń

e-mail: gaudi@umk.pl

Elektroliza wody jest obecnie najbardziej wydajną metodą pozyskiwania na skalę przemysłową wysoce czystego wodoru. Aby podnieść efektywność zarówno reakcji wydzielania wodoru (HER) jak i reakcji wydzielania tlenu (OER) konieczne jest użycie katalizatora, który umożliwia sprawny przebieg tych reakcji. Obecnie najczęściej stosowanymi komercyjnymi katalizatorami reakcji HER i OER są materiały na bazie platyny, tlenek irydu i tlenek rutenu [1]. Spośród szeregu znanych katalizatorów bardzo dobrymi katalizatorami zarówno dla reakcji OER jak i reakcji HER są materiały węglowe zawierające w swojej strukturze heteroatomy azotu, siarki lub boru [2,3]. W niniejszej pracy przedstawiono wyniki dopowania grafenu za pomocą siarki, boru oraz azotu z wykorzystaniem: kwasu borowego, melaminy, chlorelli vulgaris, MSM oraz chitozanu. W celu scharakteryzowania materiałów wykorzystano następujące metody badawcze: analizę elementarną, XPS, obrazowanie SEM, HR-TEM, spektroskopię Ramana, XRD, niskotemperaturową adsorpcję azotu oraz pomiary elektrochemiczne (krzywe CV, LSV, testy stabilności ładowanie-rozładowanie). Zmodyfikowany heteroatomami grafen może być wykorzystany do produkcji elektrod do ogniw, baterii czy superkondensatorów.

Literatura

- [1] Y. Jiao, Y. Zheng, M. Jaroniec, S.Z. Qiao, *Chemical Society Reviews*, 44 (2015) 2060-2086.
- [2] P. Kamedulski, J.P. Lukaszewicz, L. Witczak, P. Szroeder, P. Ziolkowski, *Materials*, 14 (2021) 2448.
- [3] Ch. Hu, L. Dai, *Angewandte Chemie International Edition*, 55 (2016) 11736-11758.

OCENA JAKOŚCI MATERIAŁÓW WĘGLOWYCH

Ewa OSUCHOWSKA¹, Aneta STĘPKOWSKA¹, Justyna WRÓBEL¹, Agata DOMAŃSKA¹

¹Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników

E-mail: ewa.osuchowska@impib.lukasiewicz.gov.pl

Materiały węglowe, takie jak grafen, grafit, tlenek grafenu, nanorurki czy fulereny, nie są tak powszechnie stosowane komercyjnie, jak można by się było spodziewać, ponieważ istotną rolę odgrywa ich cena, ale i jakość ich uzyskania nie zawsze jest zadowalająca. Materiały węglowe, zwłaszcza te sklasyfikowane w rodzinie grafenu, mają różnorodne struktury i tekstury, nanotekstur i mikrotekstur. Obecnie spektroskopia Ramana, dyfrakcja rentgenowska czy mikroskopia elektronowa są głównie używane do oceny materiałów węglowych. Wydaje się, że wyniki uzyskane z tych technik nie są w pełni wystarczające. Dlatego podjęto próbę wykorzystania metod badawczych stosowanych do oceny sadzy i zastosowania ich do wybranych materiałów węglowych. Umożliwić to może dokładniejsze scharakteryzowanie danego materiału, tak jak miało to miejsce w przypadku sadzy, która jest pogrupowana według parametrów, a tym samym właściwości i zastosowania.

Wybrane materiały węglowe zostały poddane następującym metodom badawczym: analizie termogravimetrycznej (TGA), oznaczeniu strat suszenia, pH, liczby jodowej oraz transmitancji ekstraktu toluenowego. Powyższe metody udało się zastosować z pozytywnym skutkiem, co umożliwiło ocenę i scharakteryzowanie badanych materiałów.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że analiza termogravimetryczna pozwala jakościowo i ilościowo ocenić skład badanych materiałów, ale także śledzić proces ich rozkładu termicznego. Wykresy TGA przedstawiają ubytek masy materiału i szybkość rozkładu w funkcji temperatury. Z otrzymanych krzywych można określić energetyczny charakter procesu rozkładu termicznego. Analiza termogravimetryczna umożliwia także ilościowe określenie różnic strukturalnych, chemicznych i termicznych między różnymi materiałami węglowymi, co dodatkowo wydaje się być obiecujące w stosowaniu tej metody analitycznej jako narzędzia kontroli jakości. Pozostałe zastosowane metody badawcze pozwalają na określenie dodatkowych parametrów, takich jak rozwinięcie powierzchni, kwasowość, zawartość wilgoci oraz oszacowanie zawartości zanieczyszczeń organicznych. Na przykład różna kwasowość badanych materiałów węglowych, jaką stwierdzono, może znaleźć inny obszar ich wdrożenia. Zastosowane metody badawcze okazały się doskonałym uzupełnieniem stosowanych dotychczas metod.

KOMPOZYTY POLIMEROWE NA BAZIE POLISIARCZKU FENYLENU ORAZ POLI(TEREFTALANU BUTYLENU) MODYFIKOWANE NAPEŁNIACZAMI WĘGLOWYMI

Szymon DEMSKI¹, Kamil DYDEK¹, Paweł DURAŁEK², Paulina LATKO-DURAŁEK¹,
Michał KUBIŚ³, Konrad ŻOCHOWSKI¹, Anna BOCZKOWSKA¹

¹ Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Materiałowej, ul. Wołoska 141, 02-507 Warszawa

²TMBK Partners, Bitwy Warszawskiej 1920 r. 7A, 02-366 Warszawa

³ Politechnika Warszawska, Instytut Techniki Ciepłej, ul. Nowowiejska 21/25, 00-665 -2 TMBK Partners

E-mail: szymon.demski.dokt@pw.edu.pl

Polisiarczek fenylenu (PPS) oraz poli(tereftalanu) butylu (PBT) są jednymi z najczęściej wykorzystywanych tworzyw termoplastycznych w przemyśle motoryzacyjnym czy elektronicznym ze względu na niepalność, wysokie właściwości mechaniczne oraz wysoką odporność chemiczną i termiczną. W celu poszerzenia aplikacyjności tych materiałów modyfikuje się je poprzez wprowadzenie napełniaczy węglowych takich jak nanorurki węglowe (CNT) lub grafit, poprawiające ich przewodność elektryczną lub przewodność termiczną [1,2]. W niniejszej pracy wytworzono półprodukty na bazie polisiarczku fenylenu oraz poli(tereftalanu) butylu z dodatkiem wielościennych nanorurek węglowych (MWCNT) oraz grafitu techniką melt-blown. Wytworzone półprodukty miały postać termoplastycznych włóknin (ang. veils) oraz termoplastycznych tasiemek (ang. strips). Następnie z otrzymanych półproduktów wytworzono próbki do badań w procesie wtrysku. W celu zbadania wpływu dodatku wielościennych nanorurek węglowych oraz grafitu na właściwości kompozytów polimerowych przeprowadzono analizę termiczną półproduktów wytworzonych techniką melt-blown. Na próbkach wytworzonych w procesie wtrysku przeprowadzono badania reologiczne oraz badania mechaniczne. Zbadano przewodność elektryczną oraz termiczną.

Badania przeprowadzone były w ramach projektu nr. M-ERA.NET2/2020/2/2021 Finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

References

[1] T. Takahashi, S. Tsubo, K. Inoue, R. Suzuki, H. Murata, M. Tachibana, Effect of dispersibility of carbon nanotubes on the hardness and thermal properties of polyphenylene sulphide/carbon nanotube composites obtained using solution mixing and melt blending methods, *Materials Science and Engineering: B*. 295 (2023) 116579. <https://doi.org/10.1016/j.mseb.2023.116579>.

[2] E.Y. Choi, M.H. Kim, S.Y. Lee, C.B. Park, C.K. Kim, Reactivity estimation of polybutylene terephthalate with noncovalently functionalized multiwalled carbon nanotubes and reactivity effect on the composite reinforcement, *Composites Science and Technology*. 201 (2021) 108549. <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2020.108549>.

ELECTROCHEMICAL MODIFICATION OF CARBON CLOTH AND THE PROPERTIES OF CNSS WITH TMNPS ON CC AS BIFUNCTIONAL OER/ORR ELECTROCATALYSTS

Izabela WALENDZIK¹, Karolina KORDEK-KHALII¹, Mirosława PAWLYTA², Piotr RUTKOWSKI¹

¹ Politechnika Wrocławska, Katedra Inżynierii Procesowej i Technologii Materiałów Polimerowych i Węglowych

² Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny-Technologiczny, Laboratorium Badania Materiałów

E-mail: izabela.walendzik@pwr.edu.pl

The development of ubiquitous electrical devices entails increasing demands from their users. To meet them, new technologies are sought in the area of energy storage, among others. One of these is zinc-air batteries, whose low cost, high safety, environmental friendliness, and high energy density make them an attractive alternative to current lithium-ion batteries. In addition, by using a solid electrolyte and a flexible air electrode for their construction, it is possible to achieve bendable systems that can be used, for example, in drop-down displays.

The basis of this system's operation is electrochemical reactions involving oxygen: ORR - oxygen reduction reaction and OER - oxygen evolution reaction. The slow kinetics of these reactions due to high overpotential is one of the main limitations of this technology. This overpotential can be lowered using electrocatalysts, thereby improving the performance of the device. Among the electrode materials studied, those based on carbon materials and especially carbon nanostructures (CNSs) such as carbon nanofibers and nanotubes (CNFs and CNTs) are of particular interest. Recent studies have shown that such good electrocatalytic activity of CNSs may also be due to the presence of residual metal nanoparticles encapsulated in their structure after synthesis. However, these materials are mainly obtained in the form of powders, which makes their application as an electrode material much more difficult. The solution may be to use a flexible, well-conductive, and easily modified carbon cloth as a substrate for the synthesis of CNSs [1, 2, 3].

The aim of this study was to investigate how electrochemical modification of carbon cloth affects the in situ growth of carbon nanostructures with encapsulated transition metal nanoparticles, and consequently their physicochemical and electrocatalytic OER/ORR properties.

The research was founded by the National Science Centre, Poland under the research project Preludium-Bis 2021/43/O/ST5/01996.

References

- [1] L. Bouleau et al., *Carbon NY*, 189, (2022), 349-361
- [2] S. Zhang et al., *Electrochemical Energy Reviews*, 4, (2021), 336-381
- [3] J. Sheng et al., *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 14, (2022), 20455–20462

CHARACTERIZATION AND ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF REDUCED GRAPHENE OXIDE AEROGEL FOR HIGH-VOLTAGE SUPERCAPACITOR

Katarzyna **GAJEWSKA**, Adam **MOYSEOWICZ**, Grażyna **GRYGLEWICZ**

Department of Process Engineering and Technology of Polymer and Carbon Materials, Faculty of Chemistry, Wrocław University of Science and Technology, Gdańska 7/9, 50-344 Wrocław

E-mail: grazyna.gryglewicz@pwr.edu.pl

Reduced graphene oxide (rGO) has been reported for many years as a suitable electrode material for supercapacitor applications that can effectively increase the specific capacitance and, as a result, the energy density of the device [1]. Nevertheless, as a result of the restacking of graphene sheets, high theoretical specific capacitance has not been readily attained, despite the material's broadly known advantages. To overcome this barrier, a reduced graphene oxide aerogel (rGO aero) material with a stable 3D porous network of graphene sheets can be applied, due to its higher pore volume and electrical conductivity. From an ecological point of view, electrode material should be used in combination with a low toxic, easy-to-apply and also electrochemically active electrolyte.

Our method uses an active electrode material obtained by the hydrothermal reduction of graphene oxide (GO), which is easy to prepare material [2], taking into account environmental and economic factors (see schematic below).



To investigate the influence of the reduction and drying method on the structure and electrochemical properties, two-electrode symmetrical devices based on conventionally obtained rGO followed by vacuum-drying (rGO HT) and rGO aero were assembled and tested in a neutral aqueous electrolyte (1M Na₂SO₄). Both rGO materials were capable of stable work above the theoretical potential of water decomposition, reaching up 1.8 V for rGO HT and 2.0 V for rGO aero. rGO HT allows one to store energy density value of 12.3 Wh kg⁻¹. The combination of hydrothermal reduction of GO followed by freeze-drying (rGO aero) enables to widen the potential window by 0.2 V, up to 2.0 V and the full symmetric cell analysis indicated that the energy density was found to be 19.3 Wh kg⁻¹.

The aerogel structure provides appropriate pathways for the transfer and storage of electrons for aqueous electrolytes with high ionic conductivity. The mentioned properties of rGO aero emphasise its promising applicability in industry as an electrode for high-performance two-electrode symmetric aqueous supercapacitors.

Acknowledgements

The following research was financially supported by a statutory activity subsidy from the Polish Ministry of Education and Science for the Faculty of Chemistry of Wrocław University of Science and Technology.

References

- [1] S. Korkmaz and A. Kariper., *J. Energy Storage* 2020, 27 (2020) 1-12.
- [2] N. Díez, A. Śliwak, S. Gryglewicz, B. Grzyb, G. Gryglewicz, *RSC Adv.*, **5** (2015) 81831-81837.

MATERIAŁY WĘGLOWE Z BIOMASY ODPADOWEJ – ZASTOSOWANIE W PRZEMYŚLE CHEMICZNYM I ENERGETYCZNYM

Alina KROKOSZYŃSKA¹, Piotr RUTKOWSKI¹

¹ Katedra Inżynierii Procesowej i Technologii Materiałów Polimerowych i Węglowych
Politechnika Wrocławska, Wydział Chemiczny, ul. Gdańska 7/9, 50-344 Wrocław

e-mail: alina.krokoszynska@pwr.edu.pl

Pozyskiwanie nowych rozwiązań dotyczących zielonej energii w sektorze przemysłu chemicznego i energetycznego jest w ostatnich latach jednym z głównych nurtów. Powszechnie znane alternatywne źródła energii takie jak energia wiatrowa, słoneczna i wodna, geotermalna i pozyskiwana z biomasy, dopełniane są kolejnymi rozwiązaniami technologicznymi. Biomasa odpadowa, której globalna ilość wciąż rośnie jest bardzo atrakcyjnym energetycznie materiałem. Pozyskiwana z gospodarstw rolnych, pozostałości po pracach ogrodowych, a także odpadów przemysłowych i komunalnych, odpowiednio opracowana znajduje szerokie zastosowanie w produkcji energii elektrycznej i ciepłej. Znaczenie biomasy w sektorze odnawialnych źródeł energii stale rośnie.

Celem przeprowadzonych badań jest wpływ wstępnej obróbki biomasy odpadowej na jakość energetyczną otrzymanych produktów. Biomasa została pozyskana z okolicznej oczyszczalni ścieków jako materiał poprocesowy. W ramach przygotowania materiału do głównych badań, osad pościekowy (biomasa) został wstępnie osuszony i uformowany. Tak przygotowany pellet podzielono na 3 frakcje, które następnie poddano obróbce termicznej. Dwie frakcje przeszły proces karbonizacji w 500 °C oraz 800 °C, trzecia frakcja przeszła proces toryfikacji, w znacznie niższej temperaturze, 230 °C. W procesach karbonizacji zaobserwowano intensywne wydzielanie się substancji smolistych w określonym przedziale temperatur 550 °C - 630 °C. Po przekroczeniu temperatury 650 °C, otrzymany karbonizat ustabilizował się. W procesie toryfikacji nie zaobserwowano aż tak intensywnego odgazowania materiału. Następnie materiał poddano analizie elementarnej i zbadano wartości opałowe otrzymanych frakcji.

W wyniku badań zaobserwowano pozytywny wpływ wstępnej obróbki termicznej na jakość powstałych produktów. W zależności od warunków procesów otrzymany materiał różni się od siebie stopniem uwęglenia oraz kalorycznością. Tak przygotowany półprodukt może być następnie wykorzystany do produkcji energii elektrycznej lub ciepłej. Pozbycie się wilgoci, części lotnych oraz substancji smolistych pozytywnie wpłynie na jakość dalszych procesów energetycznych.

CARBON NANOFIBERS GROWN ON ACTIVE CARBON AS EFFECTIVE CATHODE MATERIALS FOR LITHIUM-OXYGEN CELLS

Denis **KOPIEC**¹, Krzysztof **KIERZEK**¹, Cristina **NAVARRO-SENENT**²,
Juan Carlos **GONZÁLEZ-ROSILLO**³

¹ Department of Process Engineering and Technology of Polymer and Carbon Materials, Wrocław University of Science and Technology, ² Departament de Física, Universitat Autònoma de Barcelona, E-08193 Cerdanyola del Vallès, Spain, ³ Catalonia Institute for Energy Research (IREC), Jardins de Les Dones de Negre 1, Planta 2, Sant Adrià Del Besòs, 08930, Barcelona, Spain

denis.kopiec@pwr.edu.pl

Due to their high energy density, lithium-oxygen (Li-O₂) cells are considered a highly promising solution to the increasing need for energy storage capacity. However, the slow rates at which the oxygen reduction reaction (ORR) and the oxygen evolution reaction (OER) occur hinder further advancement of this system. A proposed method to overcome this challenge and enhance the performance of Li-O₂ cells is to develop cathode materials with superior catalytic activity in ORR/OER. Among the proposed materials, one of the most intensively researched are carbon materials. The main advantages of this group are their relatively low cost of synthesis (in comparison to the noble metals or transition metal oxides), large surface areas, good electrochemical properties, and the abundance and variety of available materials, e.g., carbon nanofibers (CNF), nanotubes, graphene, and active carbons. Each of the aforementioned materials has its unique characteristics; however, the most prominent ones in terms of application, as cathodes in Li-O₂ cells are active carbons, due to their large surface area and porosity that can be easily tailored according to the specific requirements, and CNF, due to their activity in ORR/OER, good electrical conductivity and the ability to create favorable mesoporosity. In this work, the mixture of active carbon and catalyst, nickel oxalate, will be utilized as the base for the growth of CNF via chemical vapor deposition from propane. As obtained, the composite will be used as the cathode material for electrochemical measurements in the Li-O₂ cell to assess the beneficial effects of applying such a composite contrary to pristine CNF and active carbon. The structure of all materials will be characterized by SEM and Raman spectroscopy, and the porous structure will be examined by adsorption/desorption of N₂ at 77 K.

Acknowledgements:

This research project has received funding from the EU's H2020 framework programme for research and innovation under grant agreements NFFA-Europe (n. 654360 from 1/9/2015 to 28/02/2021) and NFFA-Europe-Pilot (n. 101007417 from 1/03/2021 to 28/02/2026) – project ID-389.

WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNE I LEPKOSPRYSTE KOMPOZYTÓW POLIMEROWYCH ZAWIERAJĄCYCH NAPEŁNIACZE WĘGLOWE

Magdalena GACA, Magdalena LIPÍŃSKA

Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka,
ul. Stefanowskiego 16, 90-537 Łódź

E-mail: magdalena.gaca@p.lodz.pl

Celem pracy było zbadanie wpływu napelniaczy węglowych na właściwości kompozytów polimerowych. Przedmiotem badań były materiały polimerowe przygotowane z kauczuku butadienowo – styrenowego (KER 1500) powszechnie stosowanego w przetwórstwie gumy. Kompozycje polimerowe sieciowano konwencjonalnym zespołem siarkowym. Kompozyty polimerowe zawierały dwa rodzaje napelniaczy węglowych. Do produkcji elastomerów stosowano sadzę piecową (FEF 550) oraz nanopłatki grafenowe (XG G300). Napelniacze te modyfikowano w masie, podczas sporządzania mieszanek gumowych na walcach, bromkiem 4 – metylo – 1 – butylopirydyniowym (BMBP).

Wyznaczono właściwości reometryczne mieszanek gumowych. Wyznaczono gęstość usieciowania kompozytów polimerowych oraz ich właściwości wytrzymałościowe. Zbadano właściwości reologiczne i lepkosprężyste w temperaturze użytkowania, właściwości tłumiące w funkcji odkształcenia.

KOMPOZYTY WĘGIEL-WĘGIEL DLA DYSZY SILNIKÓW RAKIETOWYCH

Maciej GUBERNAT¹, Ryszard WIELOWSKI¹, Piotr SZATKOWSKI¹, Martyna SZATKOWSKA¹,
Marcel ZAMBRZYCKI¹, Aneta FRĄCZEK-SZCZYPTA¹

¹AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki
Katedra Biomateriałów i Kompozytów al. A. Mickiewicza 30
30-059 Kraków

maciej.gubernat@agh.edu.pl

Dysza jest bardzo ważnym elementem silnika raketowego. Celem podstawowym dyszy silnika raketowego jest konwersja energii termodynamicznej na energię kinetyczną i wygenerowanie odpowiedniej siły ciągu. Kształt dyszy przyjmuje zazwyczaj kształt stożka de Laval, którego zwężenie umożliwia wygenerowanie przepływu naddźwiękowego. Poprawne zaprojektowanie geometrii dyszy ma duży wpływ na efektywność przekazywania energii ze spalanej paliwa w trakcie lotu. Dysze raketowe silników na paliwo stałe początkowo były wykonywane wyłącznie z syntetycznego polikrystalicznego grafitu obudowanego metalem. Jest to najtańsze rozwiązanie używane wciąż w przypadku silników pracujących przez krótki czas, przy niskich ciśnieniach w komorze spalania, stosowanych na małych wysokościach przy niskim ciągu, czyli np. w niektórych raketach taktycznych. Grafit ulega jednak łatwo erozji. Kolejnym rozwiązaniem jest stosowanie wkładek z grafitu pirolitycznego, umieszczanych w miejscu wlotu i w przewężeniu dyszy. Grafit pirolityczny osiąga gęstości na poziomie 2.2 g/cm³, nieosiągalne dla grafitów formowanych w tradycyjny sposób, co nadaje mu znacznie wyższą odporność na erozję. Problemem jest jednak mało efektywny proces jego wytwarzania, w związku z czym wciąż poszukuje się nowych rozwiązań. Główną innowacją, jaką można obecnie zastosować w przypadku małych i średnich dysz jest ich konstrukcja z wysokotemperaturowych materiałów CFRC. Odpowiednio wytworzone kompozyty CFRC posiadają niską rozszerzalność cieplną, wysoką odporność dyszy na szoki termiczne, niskie przewodnictwo cieplne pozwalające na akumulację większej ilości energii cieplnej, wysoką wytrzymałość mechaniczną oraz niską erozyjność. Przy tym materiał CFRC zachowuje niską gęstość co pozwala na zachowanie niskiej masy silnika. Celem prowadzonych badań jest opracowanie technologii wytwarzania kompozytów CFRC do zastosowania w układach napędowych silników raketowych polskiej firmy Spaceforest.



Silnik SF-Test podczas pracy na hamowni poziomej

Projekt finansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu Lider XIII. Nr projektu
LIDER13/0108/2022

ANALIZA PROCESU SIECIOWANIA ŻYWIC FENOLOWO-FORMALDEHYDOWYCH JAKO PREKURSORA OSNÓW KOMPOZYTÓW WĘGIEL-WĘGIEL

Maciej GUBERNAT¹, Ryszard WIELOWSKI¹, Martyna SZATKOWSKA¹, Piotr SZATKOWSKI¹,
Marcel ZAMBRZYCKI¹, Aneta FRĄCZEK-SZCZYPTA¹

¹Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki
Katedra Biomateriałów i Kompozytów

E-mail: maciej.gubernat@agh.edu.pl; zambrzycki@agh.edu.pl

Kompozyty węgiel-węgiel stanowią wysoko wyspecjalizowaną grupę materiałów wykorzystywanych m.in. jako elementy strukturalne narażone na wysokie temperatury, szoki termiczne oraz elementy z niskim współczynnikiem rozszerzalności cieplnej [1]. Materiały te otrzymuje się poprzez impregnację włókien węglowych prekursorem np. żywicami polimerowymi lub pakami, a następnie poddanie materiału karbonizacji i ewentualnym cykлом re-impregacyjnym, mającym na celu zmniejszenie porowatości kompozytu. Żywice fenolowo-formaldehydowe stanowią jeden z podstawowych prekursorów matrycy węglowej dla kompozytów węgiel-węgiel. Charakteryzują się one dobrymi właściwościami mechanicznymi, wysoką pozostałością węglową oraz dobrym oddziaływaniem z włóknem węglowym po karbonizacji kompozytu. Istotną kwestią dotyczącą tych żywic jest proces ich sieciowania, rzutujący na oddziaływanie na granicy faz, strukturę chemiczną polimeru oraz wynikowe właściwości kompozytu węgiel-węgiel. W niniejszej pracy zostaną przedstawione wyniki badań nad procesem sieciowania trzech typów komercyjnych żywic fenolowo-formaldehydowych analizowanych przy pomocy metod termicznych TG/DSC oraz mikroskopowych. Prace stanowią część większego projektu badawczo-rozwojowego mającego na celu otrzymanie kompozytów węgiel-węgiel z podwyższoną odpornością na erozję wysokotemperaturową z zastosowaniem na dysze silników rakietowych.

Projekt finansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu Lider XIII. Nr projektu LIDER13/0108/2022"

Literatura

[1] Zhufeng Hu, Yuchen Tong, Min Wang, Junbo Xu, Chao Yang, Rapid and low-cost carbon/carbon composites by using graphite slurry impregnated preregs, Journal of the European Ceramic Society, Volume 43, Issue 10, 2023, Pages 4363-4373, ISSN 0955-2219, <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2023.04.002>.

FIBROUS CARBON-CARBON COMPOSITES FOR THE DEEP BRAIN STIMULATION TECHNIQUE - THE ROLE AND OPTIMIZATION OF THE PREPARATION PROCESS

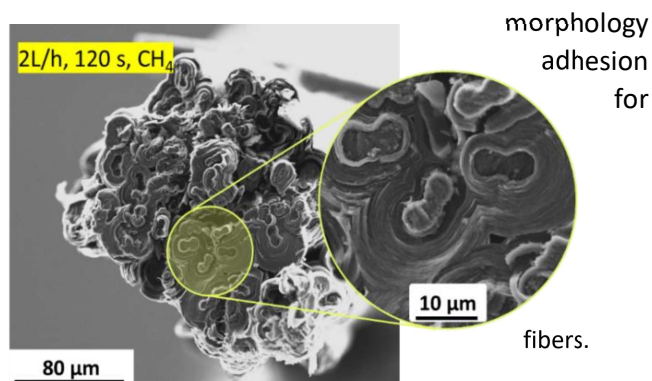
Ryszard **WIEŁOWSKI**¹, Marcel **ZAMBRZYCKI**¹, Maciej **GUBERNAT**¹,
Aneta **FRĄCZEK-SZCZYPTA**¹

¹AGH University of Krakow, Faculty of Materials Science and Ceramics,
Department of Biomaterials and Composites

E-mail: rwielows@agh.edu.pl, afraczek@agh.edu.pl

Diseases such as Parkinson's, Alzheimer's, ALS, Huntington's are classified as neurodegenerative ones [1-3]. Due to a progressive degeneration of nerve cells and a decrease in dopamine level symptoms occur in the form of movement or mental disfunctions [4]. Using the *Deep Brain Stimulation* technique, electrical signals are delivered through an electrode implanted in the patient's brain and thus limits abnormal nerve signals in specific areas [5-6]. Nowadays, mainly used electrodes materials are metallic ones as well as platinum, tungsten or platinum-iridium alloys. A significant problems with these electrodes are the high likelihood of glial scar formation around the electrodes, which cause an increase in electrical resistance between the electrode and nerve tissue, high demand for electric current and possible hemorrhage in the brain [7]. New approach is to use carbon fibers (CFs) densify with pyrolytic carbon (PyC) and non- and functionalized (with amino or hydroxyl groups) multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs, MWCNT-OH, MWCNT-NH). In this work, the matrix is synthesized in a chemical vapor deposition (CVD) system with direct heating of the fibers. Methane (CH_4) and acetylene (C_2H_2) were used as gas precursors, dosed into the heated reactor at different dilution ratios with nitrogen (N_2) and different synthesis times. The surfaces were modified using an airbrush (aerograph) method of sputtering from dispersion. Many combinations of process parameters were tested to select parameters that allowed to obtain samples with a with highly density, efficiently filling voids and to the fibrous phase. The samples were tested electrochemical, biological and structural properties.

Figure 1 The cross-section of microstructure of CF/PyC composite synthesized by CVD method (2L/h – 120s CH_4). The close-up shows the high density of the matrix in the voids between the



Acknowledgments:

This research was funded by the National Science Center (Poland), grant number: UMO-2020/39/B/ST5/02126.

References

- [1] Brown R. C. et al., *Environmental Health Perspectives*, 113 (2005): 1250 - 1256.
- [2] Checkoway H. et al., *IARC scientific publications*, 163 (2011): 407-19.
- [3] Chi H. et al., *International Journal of Molecular Sciences* 19 (2018).
- [4] Scatena R. et al., *Expert Opinion on Investigational Drugs* 16 (2007): 59 - 72.
- [5] Durães F. et al., *Pharmaceuticals* 11 (2018).
- [6] Miocinovic S. et al., *JAMA neurology* 70 2 (2013): 163-71.
- [7] Hejazi M. et al., *Biomaterials* (2019): 119648.

CHARAKTERYSTYKA NANOWŁÓKNISTYCH MATERIAŁÓW WĘGLOWYCH MODYFIKOWANYCH PREKURSORAMI NANOSTRUKTURALNEGO SiC

Weronika **PAZDYK-SŁABY**, Elżbieta **DŁUGOŃ**, Dariusz **ZIENTARA**,
Aneta **FRĄCZEK-SZCZYPTA**

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Inżynierii Materiałowej
i Ceramiki, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

wpazdyk@agh.edu.pl

Wychodząc naprzeciwko wyzwaniom z jakimi mierzy się współczesny świat naukowcy opracowują coraz to nowsze i bardziej zaawansowane metody oczyszczania środowiska. Na szczególną uwagę zasługuje zagadnienie usuwania z wody zanieczyszczeń pochodzenia chemicznego i biologicznego.

Materiałem zyskującym popularność w tym obszarze są nanowłókna węglowe. Otrzymywane w procesie elektroprzędzenia Nano włókna PAN poddaje się obróbce termicznej prowadzącej do wytworzenia Nano włókien węglowych CNF. Powstałe w ten sposób Nano włókniste materiały stanowią odpowiednie podłoże do prowadzenia modyfikacji. Zmodyfikowane powierzchniowo lub objętościowo nanowłókna węglowe stają się potencjalnymi materiałami na membrany o działaniu przeciwbakteryjnym/antybakteryjnym lub przeciwporostowym (ang. biofouling).

Doniesienia literaturowe wskazują na antybakteryjne działanie nanowłóknistych struktur węgla krzemu. Nanostrukturalny SiC działa toksycznie na komórki bakteryjne zaadsorbowane na jego powierzchni prowadząc do ich śmierci [1].

Podjęto próbę otrzymania nanowłóknistych materiałów węglowych zmodyfikowanych prekursorami nanostrukturalnego SiC. Prace prowadzono dwutorowo dokonując modyfikacji objętościowych oraz powierzchniowych.

Zmodyfikowane objętościowo nanowłókna węglowe otrzymano w wyniku wprowadzenia do roztworu przędzalniczego prekursorów SiC. Elektro formowane nanowłókna poddano procesowi obróbki termicznej. Dokonano modyfikacji powierzchniowych elektro przędzonych nanowłókien węglowych CNF oraz zmodyfikowanych objętościowo układów CNF.

Otrzymane nanowłókniste materiały poddano charakterystyce za pomocą SEM z analizą składu EDS. Przeanalizowano ich strukturę przy pomocy FT-IR oraz przeprowadzono analizę XRD w celu potwierdzenia obecności SiC w badanych układach. Próbkę poddano badaniom aktywności mikrobiologicznej.

References

[1] Borkowski A., Szala M., Ciapa T., Appl Biochem Biotechnol 175 (2015) 1448–1459.

Podziękowania: Niniejsze badania zostały sfinansowane w ramach programu IDUB2 „Inicjatywa doskonałości – uczelnia badawcza” dla Akademii Górniczo-Hutniczej”. Identyfikator projektu 1580.

SPENT MAGNETIC ADSORBENTS MADE FROM SAWDUST AS A COMPONENT OF BLAST FURNACE COKE

Aygun **HUSEYNZADA**, Ewa LORENC-GRABOWSKA

Department of Process Engineering and Technology of Polymer and Carbon Materials, Faculty of Chemistry,
Wrocław University of Science and Technology, Gdańska 7/9,
Wrocław 50-344, Poland

E-mail: ewa.lorenc-grabowska@pwr.edu.pl

The reduction of carbonaceous polymeric waste, such as biomass or plastic, by incineration, pyrolysis, or activated carbon (AC) production has been widely studied [1]. The activated carbons produced from polymers are usually microporous and in powder form. Despite the well-developed porous texture, the small size of the AC grain limits its utility because of problems with removal after adsorption processes. An additional problem with powder activated carbon is its regeneration after usage. To make such an adsorbent in a form more suitable for application, magnetic properties can be employed. These properties are usually introduced to ACs by incorporation of iron nanoparticles. The presence of iron gives an opportunity to treat the magnetic adsorbent used in the co-pyrolysis process for metallurgic coke production. To make the blast furnace more environmentally sustainable, it is necessary to reduce its energy consumption and greenhouse emissions. This can be performed by using a highly reactive coke. The reactivity of metallurgic coke can be increased by the addition of an iron catalyst [2].

In this work, series of biochar with magnetic properties were produced from an aqueous mixture of FeCl_3 , FeCl_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ and $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ with ash-leaf maple sawdust and pine sawdust. The iron-doped biomass was then subjected to pyrolysis at 500 and 800 °C. The obtained adsorbents have been characterised by: elemental analysis for C, H, N and S (Vario III Elemental Analyzer); porous texture determination from nitrogen adsorption isotherms at 77K (NOVA 2200, Quantachrome). SEM_EDX (JSM 5800LV, Jeol) was applied to monitor the metal distribution of Fe-loaded char and the surface morphology of activated carbons. The crystalline structure of the electrodes was evaluated by X-ray diffraction (Rigaku Ultima IV diffractometer with CuK α radiation of $\lambda = 0,1542$ nm). The magnetic properties were evaluated on the laboratory neodymium magnet - balance test. The adsorption of Congo red (CR) and atrazine (A) from aqueous solutions was carried out at 24 °C in a static system. The spent adsorbent was added to the coal mixture with 15% addition. Co-pyrolysis was carried out at 900 °C using Polish bituminous coal. The Roga Index (IR) reactivity (CRI) and degradability (CRS) of the obtained cokes were evaluated.

References

- [1] J.M. Diasa, M.C.M. Alvim-Ferraza, M.F. Almeidaa, J. Rivera-Utrillab, M. Sanchez-Polo, A review. J. Environm. Manage. 85 (2007) 833–846,
- [2] M., Grigore, R., Sakurovs, D., French, V., Sahajwalla, ISIJ International, 46 (2006) 503-512

ACKNOWLEDGEMENT

The work received funding from a statutory activity subsidy from the Polish Ministry of Science and Higher Education for the Faculty of Chemistry of Wrocław University of Science and Technology

TKANINY POWLEKANE MODYFIKOWANE BETULINĄ – NOWE WYNIKI

Artur D. **SOWIŃSKI**^{a, b}, Ludwik A. **TARACHOWICZ**^a, Adam **ZABROWARNY**^{a, c}, Natalia **Brzezińska**^b,
Anna **Żołnierczyk**^b, Jadwiga **Gabor**^b and Andrzej S. **SWINAREW**^{b, d}

^a Development department, Partner Systems Sp. z o.o., Jerzego z Dąbrowy 5d, 77-300 Człuchów, Poland;

^b Faculty of Science and Technology, University of Silesia, 75 Pułku Piechoty 1A, 41-500 Chorzów, Poland;

^c Mechatronics department, Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Jana Karola Chodkiewicza 30, 85-064 Bydgoszcz, Poland; ^d Institute of Sport Science, The J. Kukuczka Academy of Physical Education, Mikołowska 72A, 40-065 Katowice

E-mail: artur.sowinski@o2.pl

Natura zapewnia człowiekowi wszystko czego potrzebuje. Środowisko naturalne jest dla nas źródłem żywności, surowców budowlanych, substancji chemicznych, leków, a nawet inspiracji. Przez stulecia ludzkość czerpała z biosfery wszystko co było niezbędne, a także i zbędne do życia. Sytuacja się odmieniła kiedy na początku XX wieku wynaleziono pierwsze tworzywo stosowane na masową skalę. Następne dziesięciolecia to gwałtowny rozwój przemysłu tworzyw sztucznych. Dzisiaj ciężko znaleźć dziedzinę życia wolną od polimerów. Jednym z istotnych sektorów tworzyw syntetycznych są tkaniny powlekane. W produkcji tego typu materiałów ważne jest uszlachetnianie powłok różnego typu dodatkami, co nadaje im specjalne właściwości takie jak m.in. biostatyczność czy trudnopalność.

Z punktu widzenia człowieka istotne jest zabezpieczenie powierzchni przed rozwojem drobnoustrojów. W szczególności w przypadku zbiorników elastycznych na wodę, w których może tworzyć się szkodliwy biofilm, czy też w placówkach użyteczności publicznej gdzie ważne jest aby ograniczyć emisję patogenów. W produkcji tkanin powlekanych najczęściej stosowane dodatki antybakteryjne są na bazie srebra [1]. Jony srebra jednak wykazują właściwości cytotoksyczne, zatem naturalnym jest poszukiwanie alternatywnych rozwiązań.

Natura przez lata ewolucji nauczyła się radzić z wszelkiej maści problemami, dlatego też roślinność naszej planety może być źródłem ciekawych substancji chemicznych. Jedną z takich substancji czynnych jest betulina, wykazująca właściwości antybakteryjne, antywirusowe i przeciwzapalne. Polimery zmodyfikowane betuliną pokazują skuteczność antybakteryjną przeciw *Escherichia coli* DSM 1576 oraz *Staphylococcus aureus* DSM 346 na poziomie $R < 1$ nawet przy stężeniu poniżej 0,1% [2, 3]. Pokazuje to, że modyfikacja tkanin powlekanych naturalną betuliną może przynieść wiele korzyści.

References:

1. F.J. Osonga, V.M. Kariuki, I. Yazgan, A. Jimenez, D. Luther, J. Schulte, O.A. Sadik, *Sci. Total Environ.*, 2016, 563, 977-986
2. PAT – P.422092 Modyfikowany polimer termoplastyczny o właściwościach przeciwbakteryjnych i przeciwzapalnych oraz sposób jego otrzymywania
3. Flak Tomasz, Trejnowska Ewa, Skoczyński Szymon, Gabor Jadwiga, Swinarew Beata, Grzywnowicz Klaudia, Okła Hubert, Jasik Krzysztof, Stanula Arkadiusz, Brożek Grzegorz, Swinarew Andrzej S. (2021). Novel antibacterial modification of polycarbonate for increment prototyping in medicine. "Materials" (2021), iss. 16, art. no. 4725, s. 1-16. DOI: 10.3390/ma14164725

WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE I ZDOLNOŚĆ SORPCYJNA KOMPOZYTU WĘGLOWO-POLILAKTYDOWEGO PRZEZNACZONEGO DO DRUKU 3D

Adam ZABROWARNY^{a, b}, Artur D. **SOWIŃSKI^{a, c}**, Ludwik A. **TARACHOWICZ^a**,
Marek **MACKO^b**, Andrzej S. **SWINAREW^c**

^a Development department, Partner Systems sp. z o.o., Jerzego z Dąbrowy 5d, 77-300 Człuchów, Poland;
^b Mechatronics department, Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Jana Karola Chodkiewicza 30, 85-064 Bydgoszcz, ^c Faculty of Science and Technology, University of Silesia, 75 Pułku Piechoty 1A, 41-500 Chorzów,

E-mail: adam@zabrowarny.pl

Polilaktyd (PLA) to biodegradowalny materiał, który upowszechnił się wraz z popularyzacją druku 3D ze względu na swoje korzystne właściwości takie jak: łatwość obróbki, względnie niska temperatura topnienia i niewysoka cena, a także niskie obciążenia środowiska naturalnego [2]. Węgiel aktywny, z kolei, jest znany ze swojej porowatej struktury i możliwości sorpcyjnych [1], co czyni go idealnym do zastosowania w filtracji. Połączenie tych dwóch materiałów w jednym kompozycie może wprowadzić nowe możliwości dla detali powstałych w procesie druku 3D.

Projekt koncentruje się na opracowaniu nowego kompozytu, łączącego polilaktyd (PLA) z węglem aktywnym impregnowanym srebrem używanym w polskich Siłach Zbrojnych pod oznaczeniem DTX, a następnie jego przebadaniu pod kątem:

- 1) Właściwości mechaniczne: Będą przeprowadzone badania, aby zbadać wytrzymałość kompozytu na rozciąganie, ściskanie i jego uderzalność. Badania pozwolą ocenić użyteczność kompozytu w aplikacjach wymagających określonej wytrzymałości, a także
- 2) Zdolność sorpcji: Kompozyt zostanie poddany badaniom w celu oceny, jak skutecznie adsorbuje zanieczyszczenia z wody, co pozwoli na zidentyfikowanie jego potencjalne zastosowanie w filtracji powietrza i wody.
- 3) Właściwości biobójcze: Węgiel aktywny typu DTX, który jest jednym ze składników badanego kompozytu wykazuje działanie biobójcze. W trakcie badań zostaną sprawdzone właściwości bakteriobójcze kompozytu na kulturach bakterii E. coli. Wyniki sprawdzenia pozwolą na określenie potencjalnych zastosowań tego materiału w różnych aplikacjach.

Uzyskane próbki kompozytu mają postać filamentu o średnicy 1,75 mm, które nadają się do druku 3D w technologii FDM. Dodatek węgla w kompozycie powoduje szybsze zużycie dyszy drukarki 3D, przez co wymagane może być stosowanie dysz wykonanych ze stali ulepszonej cieplnie.

Wykonanie próbných wydruków z próbek kompozytu pozwoli porównać zmianę właściwości materiału w trakcie druku w odniesieniu do próbki referencyjnej, czyli czystego PLA.

Literatura:

4. Marsh, H., & Rodríguez-Reinoso, F. (2006). Activated carbon. Elsevier.
5. Gupta, K. K., & Katiyar, V. (2015). Material properties and applications of polylactic acid. Journal of Macromolecular Science, Part C: Polymer Reviews, 55(3), 168-204.

Podziękowania: Projekt był możliwy do zrealizowania dzięki uprzejmości Uniwersytetu Śląskiego, który udostępnił park maszynowy zdolny do wytworzenia kompozytu.

Projekt realizowany w ramach programu „Doktorat Wdrożeniowy VI”

ELECTROCHEMICAL ACTIVITY OF THE MODIFIED BUCKYPAPERS

Przemysław ZIÓŁKOWSKI

Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Wydział Fizyki

przemo@ukw.edu.pl

Carbon nanotubes (CNTs), due to their extraordinary mechanical, electrical, thermal and optical properties and large specific surface area, are the subject of intensive research in order to use them as components of functional coatings, polymer composites and electrode materials in electrochemical devices [1, 2]. To fully exploit the potential of CNTs in functional materials, extensive research has been carried out on the interactions of CNTs with dispersants. The presented results concern the electrochemical activity of buckypapers used as electrodes in a three-electrode electrochemical cell. Buckypapers were produced from unmodified and modified with -OH groups carbon nanotubes by vacuum filtration of aqueous nanotube suspensions. The anionic surfactant sodium lauryl sulfate (SDS) and polyvinylpyrrolidone (PVP) were used as dispersants.

The presented results are a starting point for the design of innovative carbon composites for electrochemical applications.

References

1. Kharissova, O.V., B.I. Kharisov, and E.G. de Casas Ortiz, *Dispersion of carbon nanotubes in water and non-aqueous solvents*. RSC Advances, 2013. **3**(47): p. 24812-24852.
2. Manzetti, S. and J.-C.P. Gabriel, *Methods for dispersing carbon nanotubes for nanotechnology applications: liquid nanocrystals, suspensions, polyelectrolytes, colloids and organization control*. International Nano Letters, 2019. **9**(1): p. 31-49.

POLIEDRYCZNE OLIGOMERYCZNE SILSESKWIOKSANY (POSS) JAKO DODATKI FUNKcjONALNE MODYFIKUJĄCE WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE, REOLOGICZNE I TERMICZNE NANOKOMPOZYTÓW KARBOKSYLOWANEGO KAUCZUKU BUTADIENOWO-AKRYLONITRYLOWEGO/POLI(ε-KAPROLAKTONU) XNBR/PCL

Magdalena LIPIŃSKA¹, Magdalena GACA¹, Magdalena KOZŁOWSKA¹

Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka,
ul. Stefanowskiego 16, 90-537 Łódź

E-mail: magdalena.lipińska@p.lodz.pl

Przygotowano kompozyty karboksylowanego kauczuku nitrylowego/poli(ε-kaprolaktonu) (XNBR/PCL) o różnym stosunku wagowym XNBR do PCL metodą mieszania w stopie. Do modyfikacji właściwości kompozytów (XNBR/PCL) wybrano ze względu na możliwość oddziaływania z grupami karboksylowymi kauczuku nitrylowego (XNBR). poliedryczne oligomeryczne silseskwioksany zawierające trzy różne grupy funkcyjne: trisilanoloisoktylo-POSS (HO-POSS), aminopropyloizobutylo-POSS (Amine-POSS), glicydylo-POSS (Gly-POSS). POSS zostały wybrane ze względu na ich wpływ na zachowanie lepkosprężyste polikaprolaktonu (PCL) [1]. Do przygotowania mieszanek XNBR/PCL/POSS zastosowano reaktywne mieszanie stopu podczas przetwarzania. Metoda ta jest preferowana przemysłowo ze względu na niski koszt i zastosowanie typowych urządzeń przetwórczych.

Zbadano wpływ wybranych nanocząstek POSS na właściwości lepkosprężyste w stanie stopionym w temperaturze przetwarzania 100°C. Faza poli(ε-kaprolaktonu) PCL wpływała na lepkość zespoloną η^* kompozytów (XNBR/PCL) ułatwiając przetwórstwo w temperaturze 100 °C. Wszystkie wybrane POSS wykazywały działanie uplastyczniające na mieszaniny (XNBR/PCL) w temperaturze 100 °C, lepkość zespolona η^* materiału obniżała się.

Poli(ε-kaprolakton) w temperaturze użytkowania (25°C) pełnił w kompozytach funkcję wzmacniającą, poprawiając statyczne i dynamiczne właściwości mechaniczne układu (XNBR/PCL). Stwierdzono wzrost wartości wytrzymałości na rozciąganie (TS) i modułu zachowawczego (G') wraz ze wzrostem zawartości fazy PCL w kompozycie. Glicydyl-POSS (Gly-POSS), prawie dwukrotnie zwiększał wytrzymałość na rozciąganie TS kompozytu (XNBR/PCL), z $1,14 \pm 0,05$ MPa do $2,26 \pm 0,29$ MPa.

Wykazano, że wybrane POSS były w stanie dostosować zachowanie reologiczne i poprawić kompatybilność składników mieszanki, co spowodowało zmiany temperatury zeszklenia T_g . Zmiany T_g zeszklenia obu faz, XNBR i PCL, wykazały silną adhezję międzyfazową pomiędzy obydwooma składnikami mieszanki. Dodatkowo zbadano wpływ wybranych POSS na relaksację stopionego XNBR/PCL, właściwości termiczne i krystalizację fazy PCL.

References: [1] M. Lipińska, *Polymers*, 14 (2022) 5078. <https://doi.org/10.3390/polym14235078>

WPŁYW MODYFIKACJI POWIERZCHNI POROWATEJ NA HODOWLĘ KOMÓRKOWĄ

Aneta RASZKOWSKA-KACZOR¹, Andrzej STASIEK¹, Daniel KACZOR¹, Agata WIKARSKA², Wiktoria PIÓRKOWSKA², Joanna CZARNECKA²

¹Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników, Toruń

² Katedra Biochemii, WNBiW, Uniwersytet Mikołaja Kopernika; Ul. Gagarina 13, 87-100 Toruń

E-mail: aneta.kaczor@impib.lukasiewicz.gov.pl

PLA znajduje zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu m. in. w medycynie jako bioresorbowalne implanty i szwy wchłaniające, klamry, klipsy, maski chirurgiczne, opatrunki, kompresy, odzież personelu medycznego, produkty farmaceutyczne oraz materiały higieny osobistej.

W badaniach zastosowano modyfikowane porowate podłoże polilaktydu z dodatkami poprawiającymi właściwości adhezyjne oraz podłoże porowate PLA modyfikowane plazmą. Przydatność materiałów jako podłoża do hodowli komórek adherentnych testowano in vitro na linii komórkowej fibroblastów prawidłowych ludzkich nHDF (neonatal Human Dermal Fibroblast). Hodowle komórkowe prowadzono w warunkach sterylnych, biogodność materiałów badano w testach pośrednich i bezpośrednich.

NOWY BIOLOGICZNIE AKTYWNY NAPEŁNIACZ DO TWORZYW TERMOPLASTYCZNYCH

Izabela GAJLEWICZ, Marta LENARTOWICZ-KLIK

Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników, Toruń

izabela.gajlewicz@impib.lukasiewicz.gov.pl
marta.lenartowicz-klik@impib.lukasiewicz.gov.pl

W nowoczesnej technologii zwraca się szczególną uwagę na to, by każdy materiał był właściwie przystosowany do środowiska. Ze względu na wzrastające wymagania związane z ochroną środowiska krytykuje się stosowanie tradycyjnych materiałów kompozytowych, zawierających włókna szklane, węglowe itp. Dlatego też w pracy został zastosowany napelniacz naturalny, jednokomórkowa alga – chlorella, której obecność korzystnie wpływa na biodegradację. Dodatkowo ma niski koszt i przyczynia się do obniżenia stężenia CO₂ w atmosferze.

W pracy podjęto się próby wprowadzenia alg do uniwersalnych tworzyw sztucznych, w tym polichlorku winylu (PVC), polietylenu (PE) i polipropylenu (PP). Warto przypomnieć, że te tworzywa sztuczne są hydrofobowe, co stanowi przeciwny charakter dla hydrofilowych alg. Rozwój kompozytów w celu ekstensywnego wykorzystania alg w tym chlorelli można zrealizować tylko pod warunkiem rozwiązania problemu kompatybilności między chlorellą a materiałami polimerowymi. Mieszanie alg z uniwersalnymi tworzywami sztucznymi jest nową strategią zatrzymywania dużej ilości biologicznie utrwalonego CO₂ w powstałych kompozytach przez długi czas, z potencjalnym zastosowaniem w materiałach budowlanych. Chlorella pod wpływem ciepła z lekko polarnym PVC wytwarza nowy kompozyt, który spełnia wymagania sztywnego lub uplastycznionego PVC, w zależności od zawartości chlorelli. Mieszanie chlorelli z hydrofobowym PE lub PP wymaga jednak niewielkiego szczepienia za pomocą bezwodnika maleinowego w celu uzyskania kompatybilności między składnikami.

Literatura.

- 1) K.M. Zia, M. Zuber, M. Ali, *Algae Based Polymers, Blends, and Composites, 1st Edition, Chemistry, Biotechnology and Materials Science*, Elsevier, 2017,
- 2) M.A. Zeller et al., Bioplastics and Their Thermoplastic Blends from Spirulina and Chlorella Microalgae, *Journal Of Applied Science*, Volume 130, Issue 5, 2013, 3263–3275,
- 3) T. Ahmed et al., Biodegradation of plastics: current scenario and future prospects for environmental safety, *Environmental Science and Pollution Research*, 2018, 7287-7298

ZACHOWANIE WŁAŚCIWOŚCI DEKORACYJNYCH POWŁOK W WARUNKACH PRZYSPIESZONEGO STARZENIA

Iwona **GAJECKA**¹, Sławomir **PIŁAT**¹, Urszula **PASZEK**¹, Leszek **KOMOROWSKI**², Agnieszka **KRÓLIKOWSKA**², Izabela **KUNCE**², Katarzyna **ZACHARUK**², Damian **WOJDA**², Małgorzata **ZUBIELEWICZ**³, Ewa **LANGER**³, Bartosz **KOPYCIŃSKI**³

¹Polskie Stowarzyszenie Korozyjne, Gdańsk, ²Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa

³Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników, Toruń

E-mail: ewa.langer@impib.lukasiewicz.gov.pl

Naczelną funkcją powłok jest ochrona materiału powlekanego przed korozją. Jednak również bardzo istotną kwestią dla użytkowników są ich właściwości estetyczne, głównie barwa i połysk.

Wszystkie nowe powłoki są testowane ze względu na wpływ różnych czynników. Aby uzyskać pewność w kwestii stabilności barwy najczęściej wykonuje się różnego rodzaju testy starzeniowe, opierające się na kombinacji zmiany trzech podstawowych parametrów: temperatury, wilgoci i napromieniowania UV. Projekt o akronimie ColourTune ma na celu zbadanie, który z wymienionych parametrów ma największy wpływ na zmianę barwy, a następnie odpowiedzieć na pytanie jak modyfikować skład farb, aby otrzymać optymalną recepturę.

W pierwszej fazie projektu przygotowano próbki w trzech kolorach: niebieskim, czerwonym i żółtym. Dodatkowo w każdy kolor był formułowany z trzech różnych pigmentów. Tym sposobem uzyskano 9 różnych formułacji, które zostały wykorzystane do przygotowania blisko 200 próbek badawczych. Przed badaniami starzeniowymi, powłoki były charakteryzowane za pomocą wielu metod (m.in. pomiary barwy i połysku, FTIR, profilometria 3D, SEM, WUR, tensometr). Aktualnie trwają wybrane etapy starzeniowe uwzględniające różne zmiany parametrów, w związku z tym zostaną zaprezentowane założenia badawcze oraz wstępne wyniki pierwszego etapu.

Podziękowania: Badania wykonano w ramach projektu ColourTune CORNET/31/20/2022 finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR)

WRAŻLIWOŚĆ CHARAKTERYSTYK AERODYNAMICZNYCH NA STARZENIE MATERIAŁÓW PARALOTNI

Andrii ALEKSIEIEV¹⁺, Paulina MAŚLANKA²

¹Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Politechnika Łódzka 'ul. Stefanowskiego 12/16, 90-924 Łódź,

+ pierwszy autor jest doktorantem czwartego roku studiów w Interdyscyplinarnej Szkole Doktorskiej Politechniki Łódzkiej / The first author (Andrii Alekseev) is a PhD student of the fourth year of studies at the Interdisciplinary Doctoral School of the Lodz University of Technology

²Wydział Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów, Politechnika Łódzka, ul. Żeromskiego 116, 90-543 Łódź, Polska

E-mail: andrii.aleksieiev@dokt.p.lodz.pl

Rozwój paralotni jest nie tylko interesujący z punktu widzenia nauki, ale także interdyscyplinarny; łączy ze sobą zagadnienia dotyczące chemii, inżynierii materiałowej, aerodynamiki i mechaniki lotu. Materiałem bazowym tkanin przedstawionych w badaniach jest PA 6.6, który został powleczony żywicami poliuretanowymi lub silikonem/poliuretanem.

Celem pracy było skupienie się na wrażliwości charakterystyk aerodynamicznych na starzenie materiałów paralotni; jest ona wsparta badaniami laboratoryjnymi i obliczeniami numerycznymi.

Badania laboratoryjne przeprowadzono na 10 różnych próbkach tkanin paralotniowych/spadochronowych; przeanalizowano skład materiałowy oraz właściwości ogólne, strukturalne i mechaniczne. Na podstawie zapisów SEM określono, że tkaniny charakteryzują się splotem typu rip-stop i są wykonane z przędz multifilamentowych. Grupy funkcyjne charakterystyczne dla analizowanych próbek zostały wykazane za pomocą spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera. Materiały poddano starzeniu UV, termicznemu (termooksydacyjnemu) i mechanicznemu (wielokrotne zginanie). Analiza numeryczna dotyczyła obliczeniowej mechaniki płynów (wpływ przepuszczalności powietrza na charakterystyki aerodynamiczne) i obliczeń strukturalnych MES (wpływ charakterystyk mechanicznych na deformację skrzydła).

Z analizy wynika, że wszystkie próbki charakteryzują się dobrym stosunkiem wytrzymałości do masy powierzchniowej, niską przepuszczalnością powietrza, stabilnością koloru, a także zwiększoną odpornością na procesy starzeniowe. Największy wpływ na właściwości mechaniczne ma starzenie spowodowane promieniowaniem UV; natomiast wielokrotne zginanie ma największy wpływ na zmianę przepuszczalności powietrza spośród wszystkich rozpatrywanych czynników starzeniowych. Na podstawie uzyskanych wyników CFD można stwierdzić, że wzrost przepuszczalności powietrza ma wpływ na pogorszenie doskonałości aerodynamicznej paralotni. W rozpatrywanych materiałach odkształcenie maleje wraz ze wzrostem wytrzymałości materiału na rozciąganie i/lub spadkiem ciśnienia działającego na materiał.

ŻELKOT – ZEWNĘTRZNE POWŁOKI WYROBÓW KOMPOZYTOWYCH. WYBRANE METODY BADAŃ STARZENIOWYCH ORAZ OCENY WYGLĄDU POWŁOK PO SZTUCZNYM STARZENIU

Kinga **KRAWCZYK**¹, Paulina **KONOWALCZUK**¹, Grażyna **KAMIŃSKA-BACH**¹

¹Ścieżka Badawcza Łukasiewicz – Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników,
ul. M. Skłodowskiej-Curie 55, 87-100 Toruń

E-mail: kinga.krawczyk@impib.lukasiewicz.gov.pl

Wyroby kompozytowe jak każdy materiał podczas codziennej eksploatacji narażone są na działanie szeregu zmiennych warunków atmosferycznych w tym na działanie promieniowania UV, wilgoci czy zmiennych temperatur. Silne warunki atmosferyczne w znaczny sposób mogą wpływać na degradację wyrobów kompozytowych, a co za tym idzie pogorszenie ich właściwości wytrzymałościowych. Dlatego też w celu ochrony i zabezpieczenia powierzchni kompozytów przed działaniem ostrych czynników zewnętrznych kompozyty można pokryć zewnętrzną powłoką żelkotową. Oprócz właściwości ochronnych powierzchni kompozytów zewnętrzną powłoką żelkotu pełni funkcje dekoracyjną maskując wzór laminatu i nadając wyrobom odpowiedni kolor i połysk.

Zaprezentowano wybrane metody badań powłok zewnętrznych stosowanych na kompozyty w tym badania starzeniowe odporności powłoki na działanie promieni UV z zastosowaniem lamp ksenonowych, badania odporności powłok na wilgoć i zmienne warunki temperatury i wilgotności. Omówiono także, możliwości oceny wyglądu powłok po sztucznym starzeniu oraz przedstawiono wybrane metody badań fizyko mechanicznych powłok w tym badanie przyczepności.

WPŁYW WYBRANYCH PARAMETRÓW NA ODPORNOŚĆ NA SZOROWANIE NA MOKRO POWŁOK Z WODOROZCIEŃCZALNYCH WYROBÓW LAKIEROWYCH

Małgorzata GNUS¹, Maria KUPCZAK¹, Kinga KRAWCZYK¹, Grażyna KAMIŃSKA-BACH¹

¹Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych I Barwników

ul. M. Skłodowskiej-Curie 55, 87-100 Toruń

E-mail: malgorzata.gnus@impib.lukasiewicz.gov.pl

Walory użytkowe są jednym z czynników jakim kierują się konsumenci podczas wyboru powłok lakierowych do różnych zastosowań. Jednym z tych parametrów szczególnie pożądanym wobec wyrobów lakierowych stosowanych do wewnątrz jest ich odporność na szorowanie na mokro. Parametr ten informuje o tym, czy zastosowana farba nadaje się do zmywania zabrudzeń na mokro. Powłoki charakteryzujące się odpornością na szorowanie są jednocześnie bardziej wytrzymałe, trwalsze i łatwiejsze w utrzymaniu w czystości. Dlatego też przed zakupem warto sprawdzić, jaka jest klasa ścieralności farby oraz dobrać wyrób, kierując się m.in. warunkami panującymi w danym pomieszczeniu.

Odporność na szorowanie na mokro jest badaniem przeprowadzanym zgodnie z normą ISO 11998, i pozwala na ilościowe określenie średniej utraty grubości powłoki na powierzchnię poddaną 200 cyklom szorowania.

Celem niniejszej pracy było sprawdzenie wpływu wybranych parametrów prowadzenia badania na wynik odporności na szorowanie na mokro dla powłok z wodorozcieńczalnych wyrobów lakierowych stosowanych do wewnątrz.

W ramach pracy zastosowano dwa wyroby lakierowe różniące się między sobą rodzajem zastosowanego spoiwa. W ramach każdego wyrobu przygotowano trzy serie powłok różniące się między sobą grubością wymalowania. Każda z przygotowanych serii powłok została poddana badaniu odporności na szorowanie na mokro według PN-EN ISO 11998:2007 z wykorzystaniem trzech różnych nakładek ścierających. Dla wszystkich otrzymanych powłok wyznaczono takie parametry jak: gęstość suchej powłoki, średni ubytek masy powłoki na jednostkę powierzchni, oraz średni ubytek grubości powłoki. Ten ostatni parametr posłużył do sklasyfikowania badanego wariantu powłok zgodnie z normą PN-EN 13300:2023-04.

Wyniki pokazały, że zmiana poszczególnych parametrów badania odporności na szorowanie na mokro wpływa na wynik badania i może mieć bezpośrednie przełożenie na ostateczną klasyfikację wyrobu lakierowego.

WPŁYW STARZENIA TERMICZNEGO NA WŁAŚCIWOŚCI KOMPOZYTÓW POLIOLEFINOWYCH Z DODATKIEM MIAŁU GUMOWEGO

Sandra **PASZKIEWICZ**^{1,2}, Elżbieta **PIESOWICZ**^{1,2}, Izabela **IRSKA**¹, Weronika **BIL**¹,
Katarzyna **POKWICKA-CROUCHER**²

¹Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki,
Katedra Technologii Materiałowych, Szczecin, Polska; ²Ecopolplast Sp. z o.o.,
Wyspiańskiego 13a, 84-300 Lębork

E-mail: sandra.paszkievicz@zut.edu.pl

Obecnie, obecnie coraz większym zainteresowaniem cieszy się produkcja ekologicznych wyrobów, dlatego problem wielokrotnego przetwarzania tworzyw sztucznych staje się coraz bardziej istotny. Ważnym zagadnieniem z punktu widzenia możliwości wielokrotnego wykorzystania tworzyw sztucznych jest wpływ przetwórstwa na ich właściwości. Procesy takie jak granulowanie, rozdrabnianie i przetwarzanie w stanie plastycznym narażają polimery na działanie obciążeń mechanicznych i termicznych. Może to prowadzić do procesów utleniania i degradacji, które powodują zmniejszenie masy cząsteczkowej oraz pogorszenie właściwości, zarówno fizyko-mechanicznych, jak i przetwórczych. Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu krotności przetwarzania oraz czasu starzenia termicznego na wybrane właściwości kompozytów poliolefinowych z dodatkiem miazgi gumowej wytworzonych z materiałów poużytkowych. W badaniach wykorzystano poużytkowy polipropylen wypełniony miazgą gumową o nazwie handlowej Ecoplastomer PP-70 [2]. Początkowy granulát został poddany wielokrotnemu przetwarzaniu. Po każdym cyklu przetwórstwa, wyroby były rozdrabniane, a z rozdrobnionego materiału produkowano nowe za pomocą wtryskiwania. Po pięciokrotnym przetworzeniu, otrzymane materiały poddano procesowi starzenia termicznego w temperaturze 70°C przez okresy wynoszące odpowiednio: 168, 336 i 504 godziny. Próbkę scharakteryzowano pod kątem właściwości fizycznych, takich jak twardość, gęstość oraz wytrzymałość na rozciąganie. Potwierdzono, że właściwości mechaniczne tworzywa polimerowego zmieniają się w miarę liczby cykli przetwarzania oraz czasu starzenia termicznego.

Literatura

[1] Samujło B., Kowalska B., Rudawska A.: Wybrane właściwości mechaniczne polipropylenu wielokrotnie przetwarzanego, Zeszyty Naukowe PR, Chemia, 20, Rzeszów 2009, 127-130.

[2] <https://ecoplastomer.eu/technical-data/ecoplastomer-pp-70.html>

OCENA WPŁYWU PARAMETRÓW SYNTEZY BIOBAZUJĄCYCH KOPOLI(ESTRO-ETERÓW) NA WYDAJNOŚĆ PROCESU

Izabela IRSKA¹, Sandra **PASZKIEWICZ**¹, Konrad **WALKOWIAK**¹, Elżbieta **PIESOWICZ**¹,
Alicja **BAJOR**¹, Karolina **BASZAK**²

¹Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Al. Piastów 17, 70-310 Szczecin, Polska

²Politechnika Morska w Szczecinie, Ul. Wały Chrobrego 1-2, 70-500 Szczecin, Polska

E-mail: sandra.paszkievicz@zut.edu.pl

Kopolimery blokowe o właściwościach elastotermoplastycznych stanowią grupę materiałów o stale wzrastającym znaczeniu przemysłowym. Makrocząsteczki kopolimerów blokowych są zbudowane z dwóch bądź więcej łańcuchów polimerowych o odmiennych właściwościach chemicznych, które separują na oddzielane fazy. Dzięki temu, wykazują one interesujące właściwości użytkowe, którymi można sterować w zależności od udziału i rodzaju poszczególnych segmentów. W ostatnich latach szczególnym zainteresowaniem cieszą się materiały tego typu oparte częściowo lub w całości na substratach otrzymywanych ze źródeł odnawialnych [1-2].

Celem badań prowadzonych w ramach niniejszej pracy było ustalenie wpływu parametrów prowadzenia reakcji na wydajność procesu i wybrane właściwości kopolimery (estro-eterów) zbudowanych ze sztywnych segmentów bazującego na bio-surowcach furanianu n-metylowego – poli(2,5-furanyanu heksametylenowego) i giętkich segmentów eterowych na bazie poli(tlenku tetrametyleny) o masie cząsteczkowej 2000 g/mol. Materiały otrzymano na drodze syntezy dwuetapowej, transestryfikacji i polikondensacji w stanie stopionym. Reakcję prowadzono w obecności katalizatora tytanowego (butoksytytan, $Ti(OBu)_4$) i fenolowego stabilizatora termicznego (Irganox1010). Stosując zmienną temperaturę reakcji polikondensacji (225 °C, 235 °C i 245 °C) zsyntezowano kopolimery o stosunku segmentów sztywnych do giętkich wynoszącym 50/50 % wag./% wag. Miara postępu reakcji była lepkość stopu oceniana pośrednio poprzez pomiar natężenia prądu obwodu zasilającego silnik mieszadła. Każdorazowo, w ustalonej temperaturze syntezę prowadzono przez czas niezbędny do uzyskania ustalonej wartości momentu obrotowego mieszadła ($M_o=0,32$ Nm).

W ramach niniejszej pracy dla kopolimery (estro-eterów) zsyntezowanych w różnych warunkach temperaturowych zbadano podstawowe właściwości fizykochemiczne, oznaczono graniczną liczbę lepkościową, przeprowadzono badania właściwości termicznych i wytrzymałościowych, w tym badania odkształceń elastycznych. Wykazano iż możliwy jest dobór parametrów i warunków syntezy w celu uzyskania odpowiednich właściwości użytkowych materiałów w zależności od potrzeb i przyszłych zastosowań.

Literatura

[1] S. Paszkiewicz, I. Irska, A. Zubkiewicz, A. Szymczyk, E. Piesowicz, Z. Rozwadowski, K. Gorący, , B. Author and C. Author, *Polymers*, 13 (2021) 397.

[2] K. Walkowiak, I. Irska, A. Zubkiewicz, Z. Rozwadowski, S. Paszkiewicz, *Materials*, 14 (2021) 4614.

Ewa

BIOACTIVE MASKING PAINTS DEDICATED TO POLYMER DETAILS OBTAINED VIA SLS TECHNOLOGY

Bartosz KOPYCIŃSKI^{1,3}, Ewa LANGER¹, Alicja DUDA^{2,3},
Mariola BODZEK-KOCHEL¹, Andrzej HUDECKI²

¹Łukasiewicz Research Network – Institute for Engineering of Polymer Materials and Dyes, Toruń; ²Łukasiewicz Research Network – Institute of Non-Ferrous Metals, Gliwice; ³Doctoral School, Silesian University of Technology, Gliwice

Formulas of bioactive coating compositions for camouflage cover of protective masks made of polyamide 12 in SLS 3DP technology were developed. On the basis of a water-based, self-crosslinking 1K acrylic copolymer dispersion, a set of masking paints in green, brown and black colors was prepared. The entire formulas were enriched with an antimicrobial additive in the form of colloidal silica with nanosilver and glass flakes containing silver, zinc or copper ions. The ability of the discussed paints to photogeneration of singlet oxygen was tested by observing the photooxidation process of 1,5-dihydroxynaphthalene (DHN). For the developed paints, the re-emission coefficient was determined and a colorimetric analysis was performed. Hardness, roughness, resistance to delamination from the substrate as well as water/diiodomethane wettability and surface energy of cross-linked coatings were also assessed. All of the tested samples, when irradiated, showed the ability to generate reactive oxygen species capable of limiting the growth of microorganisms. The degree of DHN degradation recorded during the study reached 85%. Moreover, the cross-linked coatings are characterized by a favorable system of functional properties, including excellent adhesion to polyamide, which predestines them for use in the defense industry.

Acknowledgments: *This work was financially supported by the National Centre for Research and Development (Grant no. DOB-SZAFIR/02/B/004/02/2021).*

WYKORZYSTANIE POUŻYTKOWYCH FOLII KOMUNALNYCH I ROLNICZYCH W PROCESIE RECYKLINGU

Barbara FILIPCZYK¹, Arkadiusz DZIUBASZEWSKI¹

¹ERG Bieruń Sp. z o.o., ul. Chemików 163,43-150 Bieruń

E-mail: b.filipczyk@ergbierun.pl

Wzrost udziału odpadów folii w ogólnej ilości odpadów stał się w ostatnich latach istotnym problemem ekologicznym. Folia, chociaż lekka i niepozorna, może mieć destrukcyjny wpływ na środowisko. Jej znaczące wykorzystanie w opakowaniach, produktach jednorazowego użytku oraz w przemyśle, sprawia że mimo niewielkiej wagi, jej odpady zajmują dużą objętość. Mała gęstość folii przekłada się na to, że nawet niewielka masa tego materiału może wypełnić znaczne przestrzenie.

Jest to szczególnie problematyczne w kontekście zarządzania odpadami. Duża objętość odpadów foliowych oznacza, że zajmują one znaczącą przestrzeń na wysypiskach śmieci. Co więcej, folie, zwłaszcza te niepoddane recyklingowi, mogą przyczyniać się do zanieczyszczenia środowiska, trwale pozostając w ekosystemach i stanowiąc zagrożenie dla fauny i flory. Istotne jest również to, że produkcja folii opiera się przeważnie na surowcach pochodzenia naftowego, co dodatkowo obciąża środowisko naturalne.

Nieefektywne gospodarowanie odpadami foliowymi prowadzi do konieczności poszukiwania nowych miejsc do składowania śmieci, co wiąże się z kosztami finansowymi, ekologicznymi, a także społecznymi, gdyż lokalne społeczności często sprzeciwiają się budowie nowych wysypisk w ich sąsiedztwie. W związku z tym istnieje pilna potrzeba opracowania skutecznych strategii zarządzania odpadami foliowymi, które uwzględniają ich specyficzną naturę oraz ograniczenia związane z ich recyklingiem.

W procesie recyklingu odpadów folii, zarówno komunalnych, jak i rolniczych, istotnym wyzwaniem jest znaczny udział zanieczyszczeń. Często zanieczyszczenia te mogą stanowić nawet ponad 50% masy całkowitej odpadów, co znacząco komplikuje i utrudnia efektywny proces odzysku tworzywa. Wysoki poziom zanieczyszczeń wymaga bardziej zaawansowanych metod separacji i oczyszczania, co z kolei wpływa na koszty i efektywność recyklingu.

W pracy przedstawiono wyniki badań innowacyjnego procesu recyklingu odpadów folii komunalnych i rolniczych w celu odzyskania tworzywa i ponownego wykorzystania go do produkcji folii budowlanych.

Przedstawione badania **zostały sfinansowane w ramach projektu pt. „Opracowanie innowacyjnej technologii odzysku tworzywa polimerowego zmodyfikowanego w celu wytwarzania folii do zastosowań przemysłowych.”** Projekt współfinansowany w ramach POIR,

ODPADY OPAKOWAŃ CHEMII GOSPODARCZEJ- CENNY SUROWIEC W PROCESIE RECYKLINGU

Barbara FILIPCZYK¹, Arkadiusz DZIUBASZEWSKI¹

¹Ekofol Sp. z o.o., ul. Chemików 163,43-150 Bieruń

E-mail: b.filipczyk@ergbierun.pl

Recykling jest kluczowym elementem zrównoważonego rozwoju, pozwalającym na efektywne zarządzanie zasobami i minimalizację odpadów. Poprzez odzyskiwanie surowców i ponowne ich wykorzystanie zmniejsza się zapotrzebowanie na nowe, często nieodnawialne zasoby naturalne, co przekłada się na ograniczenie eksploatacji środowiska oraz obniżenie kosztów ekonomicznych związanych z wydobyciem. Ponadto, recykling przyczynia się do redukcji emisji gazów cieplarnianych, gdyż przetwarzanie odpadów i produkcja z recyklatów zazwyczaj wymaga mniej energii w porównaniu z produkcją z pierwotnych surowców. Tym samym recykling wspiera walkę z globalnym ociepleniem i zmianami klimatu. W kontekście społecznym, recykling może stwarzać nowe miejsca pracy, promując jednocześnie świadomość ekologiczną i odpowiedzialne zachowania wśród społeczeństwa. W skrócie, recykling jest niezbędnym narzędziem dla osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju, łącząc korzyści środowiskowe, ekonomiczne i społeczne.

Recykling polietylenu z opakowań po środkach chemii gospodarczej jest niezwykle celowy i przynosi liczne korzyści dla środowiska oraz gospodarki. Polietylen jest jednym z najbardziej popularnych tworzyw sztucznych stosowanych w opakowaniach, charakteryzującym się wysoką jakością, trwałością i odpornością. Dzięki tym cechom opakowania wykonane z tego materiału są doskonałym źródłem surowca do recyklingu. Wysoka jakość polietylenu sprawia, że proces odzyskiwania tego tworzywa jest efektywny, a uzyskany recyklat zachowuje swoje pierwotne właściwości. Ponowne wykorzystanie tego surowca w produkcji nowych opakowań czy przedmiotów codziennego użytku zmniejsza zapotrzebowanie na nowy polietylen, co przekłada się na oszczędność zasobów naturalnych i ograniczenie negatywnego wpływu na środowisko związanego z produkcją tworzyw z pierwotnych surowców. Dodatkowo, wykorzystywanie recyklatu zamiast nowego polietylenu znacząco redukuje emisję gazów cieplarnianych. W kontekście ekologicznym recykling polietylenu z opakowań po środkach chemii gospodarczej przyczynia się do zmniejszenia ilości odpadów trafiających na składowiska, co ma kluczowe znaczenie dla ochrony ekosystemów i zdrowia ludzi. W rezultacie, dzięki recyklingowi tego cennego surowca, możemy czerpać korzyści środowiskowe, ekonomiczne i społeczne, jednocześnie promując zasady zrównoważonego rozwoju.

Projekt pt. „Innowacyjna technologia wytwarzania dwuwarstwowych folii kubekowych z recyklatu, o znacząco ulepszonych właściwościach fizyko-chemicznych oraz użytkowych stosowanych w budownictwie mieszkaniowym i inżynierskim” był współfinansowany w ramach POIR, Działanie 1.1 Projekty B+R dla przedsiębiorstw, Poddziałanie: 1.1.1 Badania przemysłowe i prace rozwojowe realizowane przez przedsiębiorstwa.

RECYKLING POUŻYTKOWYCH ODPADÓW PET W CELU WYTWORZENIA FOLII DO TERMOFORMOWANIA

Marek GŁOWACKI¹, Arkadiusz DZIUBASZEWSKI¹

¹T&R BIOEKO Sp. z o.o., ul. Stanisławowska 47 54-611 Wrocław

m.glowacki@bioeko.net.pl

Recykling PET (politereftalan etylenu) odgrywa kluczową rolę w globalnych staraniach o ochronę środowiska. Przyczynia się do redukcji emisji gazów cieplarnianych, zmniejszenia zużycia surowców oraz ograniczenia ilości odpadów. Wyzwaniem w świecie recyklingu są opakowania termoformowane. Ich struktura i często zastosowane dodatki komplikują proces recyklingu. Często takie opakowania są zanieczyszczone resztkami żywności, co dodatkowo utrudnia ich przetwarzanie. W rezultacie wiele z nich nie jest recyklowanych, co przyczynia się do narastania problemu odpadów. Udoskonalenie technologii recyklingu tych opakowań może przynieść znaczące korzyści ekonomiczne i ekologiczne pozwala bowiem na ponowne wykorzystanie cennych surowców, zmniejszając jednocześnie negatywny wpływ na środowisko.

Zaprezentowane wyniki powstały w **czasie realizacji projektu** "Opracowanie innowacyjnej metody recyklingu odpadów poużytkowych wykonanych z PET" współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Fundusze Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój w ramach konkursu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Szybka Ścieżka - 1.1.1 POIR.