

## RECENZJA

### monotematycznego cyklu publikacji

pt. „Nanohybrydowe układy bioaktywne i biosorpcyjne z udziałem grafenu, wytworzone metodą kowalencyjnej modyfikacji powierzchni grafenu nanocząstkami”  
oraz całości dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego, sporządzona w związku z wnioskiem dr inż. Agnieszki Jastrzębskiej o nadanie stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa

Recenzja została wykona na podstawie Decyzji Centralnej Komisji do spraw Stopni i Tytułów nr BCK-VI-L-8490/17 z dnia 13 kwietnia 2018 r.

#### 1. Dane osobowe Habilitantki

1.1. Imię i nazwisko: dr inż. Agnieszka Jastrzębska

1.2. Przebieg pracy zawodowej:

09.2016 - obecnie Wydział Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej, technolog (1/2 etatu)  
05.2014 - 08.2016 Wydział Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej, technolog  
05.2012 - 12.2013 Wydział Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej, technolog

1.3. Rozwój naukowy:

2012 r. doktor nauk technicznych, Wydział Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej  
Dyscyplina: inżynieria materiałowa  
Tytuł rozprawy: „Otrzymywanie i właściwości nanocząstek srebra osadzonych na podłożu w postaci nanoproszku tlenku glinu”  
promotor: prof. dr hab. inż. Andrzej Olszyna  
2007 r. magister inżynier, Wydział Chemiczny Politechniki Warszawskiej  
Kierunek: Technologia Chemiczna  
Tytuł pracy: „Badanie kompleksowania jonów w układzie słaby elektrolit-dodatek supramolekularny-sól”

#### 2. Ocena wskazanego przez Habilitantkę osiągnięcia naukowego - cyklu publikacji stanowiących podstawę do uzyskania stopnia doktora habilitowanego

Dr inż. Agnieszka Jastrzębska jako osiągnięcie naukowe, w rozumieniu art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65, poz. 595 z późn. zm.), będące podstawą do wszczęcia postępowania habilitacyjnego, przedstawiła cykl publikacji powiązanych tematycznie ujętych pod wspólnym tytułem: „Nanohybrydowe układy bioaktywne i biosorpcyjne z udziałem grafenu, wytworzone metodą kowalencyjnej modyfikacji powierzchni grafenu nanocząstkami”.

Cykl ten zawiera **15 pozycji** i składa się z **11 publikacji** znajdujących się w bazie **Journal Citation Reports (JCR)**, oraz **4 patentów** przyznanych przez Urząd Patentowy RP. Sumaryczny współczynnik wpływu **Impact Factor (IF, wg WoS, informacja Kandydatki)** wynosi **19,35**. Charakterystyka istotnego udziału Habilitantki w pracach badawczych ocenianego cyklu publikacji powiązanych tematycznie została przedstawiona w poniższej tabeli.

Lp.	Tytuł publikacji, Impact Factor (WoS, zgodnie z rokiem publikacji)	Udział Habilitantki (wg. zał.4)	[%] udziału/ liczba cyt.**
[H1] *	A. M. Jastrzębska, J. Karcz, E. Karwowska, A. Fiedorczuk, A. Olszyna, Biosorption properties of the RGO/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> nanocomposite flakes modified with Ag, Au and Pd for water purification, Journal of Alloys and Compounds 724 (2017) 869-878, IF: 3,133	- koncepcja problemu naukowego - syntezy nanokompozytów RGO/ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -M (M=Ag, Au, Pd) - badania i analiza wyników morfologii, właściwości bioadsorpcyjnych, potencjału zeta - autorstwo manuskryptu	60/1
[H2] *	A. M. Jastrzębska, E. Karwowska, M. Kostecki, A. R. Olszyna, Bacterial adsorption with graphene family materials compared to nano-alumina, Main Group Chemistry, 16 (2017) 175-190, IF: 0,565	- koncepcja problemu naukowego - synteza redukcji termicznej GO to RGO - badania i analiza wyników morfologii, adsorpcji komórek bakteryjnych, potencjału zeta - autorstwo manuskryptu	75/0
[H3] *	A. M. Jastrzębska, J. Karcz, E. Karwowska, A. Fiedorczuk, A. Olszyna, Synthesis and Bioactivity of RGO/TiO <sub>2</sub> -Noble Metal Nanocomposite Flakes, Journal of Nano Research, 47 (2017) 33-48, IF = 0,511	- koncepcja problemu naukowego - syntezy nanokompozytów RGO/TiO <sub>2</sub> -Me - analiza mechanizmu kowalencyjnej modyfikacji powierzchni RGO przez nano-TiO <sub>2</sub> /Me - autorstwo manuskryptu	60/0
[H4] *	A. M. Jastrzębska, A. Derecka, E. Karwowska, A. Pląsek, T. Wojciechowski, W. Ziemkowska, A. Olszyna, Comparative Assessment of Biocidal Activity of Different RGO/Ceramic Oxide-Ag Nanocomposites, Journal of Nano Research 47 (2017) 89-95, IF = 0,511	- koncepcja problemu naukowego - syntezy nanokompozytów układu RGO/MeO-Ag - badania morfologii i właściwości fizycznych - autorstwo manuskryptu	57/0
[H5] *	A. M. Jastrzębska, J. Jureczko, J. Karcz, A. Kunicki, W. Ziemkowska, A. Olszyna, Controlled synthesis of graphene oxide/alumina nanocomposites using a new dry solgel method of synthesis, Chemical Papers 71, 3 (2017) 579-595, IF = 1,258	- koncepcja problemu naukowego - proces syntezy redukcji termicznej GO-RGO - badania morfologii i właściwości fizycznych - autorstwo manuskryptu	56/3
[H6] *	A. M. Jastrzębska, J. Karcz, E. Karwowska, A. Fiedorczuk, A. Olszyna, Synthesis and Bioactivity of Reduced Graphene Oxide/Alumina-Noble Metal Nanocomposite Flakes, International Journal of Applied Ceramic Technology 13, 5 (2016) 856-870, IF = 1,048	- koncepcja problemu naukowego - syntezy nanokompozytów - badania i analiza morfologii, struktury, składu i bioaktywności RGO/ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Ag - autorstwo manuskryptu	58/4
[H7] *	A. M. Jastrzębska, J. Karcz, R. Letmanowski, D. Zabost, E. Ciecierska, M. Siekiński, A. Olszyna, Synthesis of RGO/TiO <sub>2</sub> nanocomposite flakes and characterization of their unique electrostatic properties using zeta potential measurements, Journal of Alloys and Compounds 679 (2016) 470-484, IF = 3,133	- koncepcja problemu naukowego - syntezy nanokompozytów - analiza mechanizmu kowalencyjnej modyfikacji powierzchni RGO przez nano-TiO <sub>2</sub> - autorstwo manuskryptu	57/13

[H8] *	A. M. Jastrzębska, J. Karcz, R. Letmanowski, D. Zabost, E. Ciecierska, J. Zdunek, E. Karwowska, M. Siekiński, A. Olszyna, A. Kunicki, Synthesis of the RGO/ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> coreshell nanocomposite flakes and characterization of their unique electrostatic properties using zeta potential measurements, Applied Surface Science 362 (2016) 577-594, IF = 3,387	- koncepcja problemu naukowego - syntezy RGO/ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - analiza i badania właściwości elektrostatycznych - autorstwo manuskryptu	43/13
[H9]	J. Jureczko, A. Kunicki, A. Jastrzębska, A. Olszyna, zgłoszenie P.411401, data zgłoszenia: 26.02.2015, numer prawa wyłącznego: PAT.227753, tytuł: Sposób otrzymywania modyfikowanych płatków grafenu oraz modyfikowane powierzchniowo płatki grafenu	- analiza stanu wiedzy - opis metody wytwarzania - lista zastrzeżeń patentowych	25/-
[H10]	J. Jureczko, A. Kunicki, A. Jastrzębska, A. Olszyna, zgłoszenie P.411393, data zgłoszenia: 26.02.2015, numer prawa wyłącznego: PAT.226568, tytuł: Sposób otrzymywania modyfikowanych płatków grafenu	- analiza stanu wiedzy - opis metody wytwarzania - lista zastrzeżeń patentowych	25/-
[H11]	J. Jureczko, A. Kunicki, A. Jastrzębska, A. Olszyna, zgłoszenie P.411404, data zgłoszenia: 26.02.2015, numer prawa wyłącznego: PAT.227754, tytuł: Sposób otrzymywania modyfikowanych płatków grafenu oraz modyfikowane powierzchniowo płatki grafenu	- analiza stanu wiedzy - opis metody wytwarzania - lista zastrzeżeń patentowych	25/-
[H12] *	A. M. Jastrzębska, A. R. Olszyna, The ecotoxicity of Graphene Family Materials: current status, knowledge gaps and future needs, Journal of Nanoparticle Research 17, 1 (2015) 1-21, IF = 2,101	- koncepcja problemu naukowego - analiza właściwości ekotoksyczności materiałów grafenowych - autorstwo manuskryptu	95/18
[H13] *	A. M. Jastrzębska, A. R. Olszyna, J. Jureczko, A. R. Kunicki, New reduced graphene oxide/alumina (RGO/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) nanocomposite: innovative method of synthesis and characterization, International Journal of Applied Ceramic Technology 12, 3 (2015) 522-528, IF = 1,534	- koncepcja problemu naukowego - synteza RGO/ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> metodą zol-żel - badania i analiza właściwości fizycznych i morfologii powierzchni - autorstwo manuskryptu	62/11
[H14]	A. Kunicki, A. Olszyna, A. Jastrzębska, J. Jureczko, P. Kurtycz, zgłoszenie P.400553, data zgłoszenia: 30.08.2012, numer prawa wyłącznego: PAT.225568, tytuł: Sposób otrzymywania modyfikowanych płatków grafenu	- analiza stanu wiedzy - opis metody wytwarzania - lista zastrzeżeń patentowych	20/-
[H15] *	A. M. Jastrzębska, P. Kurtycz, A. R. Olszyna, Recent advances in Graphene Family Materials toxicity investigations, Journal of Nanoparticle Research 14, 12 (2012) 1-21, IF = 2,175	- koncepcja problemu naukowego - właściwości toksycznych materiałów grafenowych - autorstwo manuskryptu	88/106

\* Autor korespondencyjny lub pierwszy

\*\* liczba cytowań - informacja WoS – dane recenzenta (14.06.2018r.)

Wszystkie pozycje zawarte w powyższym cyklu są współautorskie, a procentowy udział Habilitantki w powstaniu tych prac zawiera się w granicach: 43-95% (publikacje, H1-H8, H12, H13, H15) i 20-25% (patenty, H9-H11, H14). W przypadku publikacji Kandydatka jest pierwszym i korespondencyjnym autorem. Analiza oświadczeń współautorów wskazuje na ich znacząco mniejszy udział, tj. poniżej 10% w przypadku osób posiadających stopień doktora i wyżej. Inne udziały współautorów należą do osób posiadających tytuł mgra inżyniera i mieszczą się w zakresie 12-24%. Ich udział tematyczny w pracach polegał głównie na przeprowadzaniu syntez nanokompozytów (H1, H3-H6, H8, H13). Udział Kandydatki w patentach wynosi 20-25%. Należy podkreślić, że we wszystkich patentach udział współautorów jest jednakowy. Na tej podstawie stwierdzam, że Habilitantka odegrała wiodącą rolę w powstaniu pozycji H1-H15.

Prace tworzące powyższy cykl zostały opublikowane w latach **2012-2017** i były cytowane **110** razy (wg. WoS – dane Habilitantki; 169 razy - wg. WoS, dane recenzenta, 14.06.2018r.), a ich współczynnik wpływu IF zawiera się w zakresie: **0,511-3,387** (wg. WoS – dane Habilitantki). Należy podkreślić, że wszystkie publikacje (poza H15) powstały w krótkim czasie w latach 2015-2017, co ma zapewne ścisły związek z procesem patentowania (H9-H11, 2015).

Tematyka cyklu przedstawionego do oceny osiągnięcia naukowego dotyczy badań nad syntezą i charakteryzacją materiałów bioaktywnych i biosorpcyjnych otrzymywanych w wyniku modyfikacji grafenu. Habilitantka przedstawiła jasno określony cel wytworzenia materiałów do zastosowań w filtracji wody pitnej stawiając pytanie czy możliwe jest wykorzystanie w tym celu rodziny materiałów grafenowych określanych w literaturze jako (ang. Graphene Family Materials – GFMs). Dokonana analiza stanu wiedzy zaprezentowana w 2012 (H15) wykazała brak jednoznacznych badań prowadzonych w tym kierunku, a potwierdzeniem jej rzetelności jest uzyskanie liczby 106 cytowań (tabela). Potwierdzeniem oryginalności zaproponowanej tematyki badawczej było przyznanie Habilitantce projektu NCN (2014-2018, konkurs Sonata) i jak wynika to jasno z postępu prowadzonych prac, pozwoliło na konsekwentną realizację kolejnych zadań. Nie ma zatem wątpliwości, że postawione zagadnienie badawcze stanowi nowe opracowanie w obszarze grafenowych materiałów bioaktywnych, natomiast postawiony cel aplikacyjny jest z natury rzeczy uzasadniony.

Oceniany cykl badań opisany w Autoreferacie został podzielony na poszczególne etapy, będące logicznym następstwem kolejnych dociekań naukowych Habilitantki: Badania właściwości bioaktywnych materiałów grafenowych, Badania układu nanokompozytowego RGO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Badania układu nanokompozytowego RGO/TiO<sub>2</sub> oraz Badania układów nanokompozytowych RGO/tlenek metalu-Me.

Analizie poddane zostały właściwości biobójcze i biosorpcyjne grafenu płatkowego, tlenku grafenu i zredukowanego tlenku grafenu, a także w obecności nanocząstek Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [H2]. Stwierdzono jednoznacznie brak właściwości biobójczych GFMs, a cechy biosorpcyjne były silnie zależne od rodzaju podłoża jak i szczepu badanych bakterii. Do analizy właściwości biosorpcyjnych materiałów grafenowych wykorzystano pomiary potencjału zeta, potwierdzając jednocześnie użyteczność tego parametru do oceny GFMs. Wobec niezadowolających aplikacyjnie wyników zaproponowano zastosowanie nanocząstek Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – materiału, który wykazał dobre właściwości biosorpcyjne [H2]. Podstawowym wyzwaniem postawionym przez Habilitantkę było otrzymanie stabilnego materiału GFM-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. W efekcie zaproponowana została nowa metoda funkcjonalizacji powierzchni tlenku grafenu (GO) prowadząca do jego redukcji (RGO) i uzyskania warstwy RGO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [H13]. Analiza parametrów fizykochemicznych (SEM/EDS, BET) uzyskanej nanowarstwy Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pozwoliła na zaproponowanie mechanizmu przebiegu procesu kowalencyjnej modyfikacji powierzchni GO, a jego innowacyjność została potwierdzona przyznaniem patentem [H14]. Habilitantka kierując się celem aplikacyjnym, zaproponowała modyfikację powyższej metody wprowadzając zmiany w procesie zol-żel [H8]. Istotnym osiągnięciem zaprezentowanym w tej pracy było uzyskanie porównywalnego pokrycia (SEM/TEM) nanocząstkami Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (podobnie jak w H13), potwierdzenie obecności wiązania kowalencyjnego Al-O na powierzchni GO (FTIR) oraz wyjaśnienie na podstawie pomiarów spektroskopii fotoelektronów (ESCA-XPS) mechanizmu kowalencyjnej modyfikacji powierzchni GO. Habilitantka zaproponowała porównanie opracowanych metod (H13 i H8) otrzymywania RGO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, przeprowadzając analizę możliwych wariantów syntezy i ich wpływu na morfologię i właściwości nanokompozytu [H5, rys. 1 i 11]. Dalsze prace ukierunkowane były na poszukiwanie materiału biobójczego. Syntezy i porównanie właściwości przedstawione zostały w pracy H4, dotyczącej układów RGO modyfikowanych nanocząstkami Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,

TiO<sub>2</sub>, ZnO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub> i Ag. Równolegle analizowano układ RGO/TiO<sub>2</sub> [H7], uzyskując ciekawe właściwości elektrostatyczne. Badania następnie rozszerzono [H3] dodając nanocząstki metali szlachetnych (Ag, Au, Pd) uzyskując cechy stymulujące wzrost bakterii. W efekcie prace nad układem RGO/TiO<sub>2</sub> wprowadziły nowe aspekty techniczne chronione dwoma patentami [H9, H10].

Habilitantka na podstawie powyższych prac oraz analizy zagrożeń stosowania RGO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [H12] zaproponowała dalsze prace nad układami nanohybrydowymi typu RGO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Me modyfikowanymi metalami szlachetnymi Ag, Au i Pd [H6]. Opracowała metody syntezy i analizę morfologii struktury udowadniając mechanizm procesu osadzania nanocząstek metali szlachetnych w obecności Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Ostatecznie scharakteryzowała cechy biosorpcyjne wytworzonych nanokompozytów [H1], stwierdzając występowanie właściwości biobójczych dla układu RGO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Ag. W pracy [H6] wykazała wzrost działania bakteriobójczego wytworzonego nanokompozytu w porównaniu z cząstkami Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Ag. Ponadto do opisu ilościowego właściwości biosorpcyjnych zaadoptowała metodę stereologiczną, która pozwoliła na dokładną analizę efektywności absorpcji RGO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(Au, Ag, Pd) dla komórek szczepów *S. aureus*, *Bacillus sp.* oraz *Sarcina*.

**Stwierdzam, że osiągnięcia przedstawione przez dr inż. Agnieszkę Jastrzębską tworzą cykl powiązany tematycznie w rozumieniu art. 16 ust. 2 ustawy, a do najważniejszych, oryginalnych rezultatów badań wnoszących istotny wkład autorski do nauki w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa zaliczam prace nad syntezą nowych nanomateriałów bioaktywnych i biosorpcyjnych wykorzystujących grafen płatkowy:**

- [H1] badania nad właściwościami biosorpcyjnych nanokompozytowych płatków grafenowych RGO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Me (Me = Ag, Au, Pd) w stosunku do szczepów bakterii (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus sp.*, oraz *Sarcina sp.*); uzyskanie dobrych właściwości adsorpcyjnych RGO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Ag, RGO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Au wobec *Bacillus sp.* oraz bakterii *E. coli* w zakresie pH=7, osiągnięcie właściwości bioadsorpcyjnych i biobójczych dla RGO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Ag;
- [H2] badania aktywności biologicznej i adsorpcyjnej materiałów grafenowych (GFM - grafen, tlenek grafenu, zredukowany tlenek grafenu) w obecności nano-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; wykazanie preferencji bakterii do adsorpcji zależnych od szczepu, rodzaju GFM i zawiesiny;
- [H3] określenie wpływu obecności tlenku grafenu na właściwości bioaktywne nanokompozytów RGO/TiO<sub>2</sub>-Me (Me = Ag, Au, Pd); wykazanie hamującego działania nanocząstek TiO<sub>2</sub>-Ag na wzrost Gram-dodatnich bakterii oraz braku stymulacji wzrostu w przypadku nanocząstek TiO<sub>2</sub>-Au i Pd; jednoznaczne wykazanie braku właściwości antibakteryjnych układów RGO/TiO<sub>2</sub>-Me;
- [H4] synteza RGO/MeO-Ag modyfikowanego tlenkami Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub> i ZnO<sub>2</sub>; wykazanie właściwości biobójczych RGO/Ag oraz antibakteryjnych dla układów modyfikowanych Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i SiO<sub>2</sub>;
- [H5] analiza kontroli morfologii i optymalizacja metody otrzymywania nanokompozytów RGO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Fig. 1. H5); uzyskanie najmniejszej aglomeracji RGO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dla ściśle określonych warunków (ścieżka reakcji nr. R4); opracowanie i weryfikacja eksperymentalna jednorodnej powłoki nanocząstek Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> o średniej wielkości 58 nm; określenie najbardziej prawdopodobnych kierunków reakcji;
- [H6] wytworzenie i analiza wpływu tlenku grafenu na bioaktywność nanokompozytów RGO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Me (Me = Ag, Au lub Pd); propozycja mechanizmu kowalencyjnej modyfikacji powierzchni RGO przez nano-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Me; uzyskanie silniejszego działania antibakteryjnego (*Staphylococcus aureus*) dla RGO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Ag;
- [H7] badania nad właściwościami elektrostatycznymi nanocząstek TiO<sub>2</sub> na powierzchni RGO; nowa metoda syntezy nanokompozytów RGO/TiO<sub>2</sub> – potwierdzenie kowalencyjnie związanych z

powierzchnią RGO nanocząstek  $\text{TiO}_2$ ; opisanie mechanizmu kowalencyjnej modyfikacji powierzchni RGO przez nano- $\text{TiO}_2$  (Rys. 1 H7);

- [H8] opracowanie uproszczonej metody zol-żel syntezy nanokompozytów RGO/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ , uzyskując redukcję GO do RGO bez atmosfery obojętnej; uzyskanie właściwości elektrostatycznych nanokompozytów RGO/ $\text{Al}_2\text{O}_3$  nie wynikające z obecności grup C-O; wskazanie mechanizmu powstawania nanocząstek  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;
- [H9] zastrzeżenie patentowe - nanokompozytowe płatki z układu RGO/ $\text{TiO}_2$ -metal szlachetny oraz sposób ich wytwarzania, przygotowanie merytorycznej części patentu;
- [H10] zastrzeżenie patentowe - sposób wytwarzania nanokompozytowych płatków z układu RGO/ $\text{TiO}_2$ , przygotowanie merytorycznej części patentu;
- [H11] zastrzeżenie patentowe - nanokompozytowe płatki z układu RGO/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ -metal szlachetny oraz sposób ich wytwarzania, przygotowanie merytorycznej części patentu;
- [H12] dokonano kompleksowej analizy ekotoksyczności materiałów grafenowych wskazując na potencjalne ścieżki dystrybucji RGO/ $\text{Al}_2\text{O}_3$  w środowisku, oceniono zagrożenia przedostania się nanokompozytów do środowiska naturalnego;
- [H13] opracowanie nowej metody wytwarzania nanokompozytów RGO/ $\text{Al}_2\text{O}_3$  proponując wykorzystanie suchego procesu zol-żel;
- [H14] zastrzeżenie patentowe - nanokompozytowe płatki z układu RGO/ $\text{Al}_2\text{O}_3$  oraz sposób ich wytwarzania; przygotowanie merytorycznej części patentu;
- [H15] analiza wykorzystania grafenu do zastosowań biologicznych w szczególności wpływu toksycznego na bakterie zwierzęta i rośliny;

Podsumowując osiągnięcia Habilitantki należy podkreślić, że tworzą one spójny obszar tematyczny ukierunkowany na opracowanie nowych materiałów bioaktywnych i biosorpcyjnych z udziałem grafenu. Do najważniejszych osiągnięć w dyscyplinie inżynieria materiałowa zaliczam:

- koncepcje składów nanokompozytów typu RGO/( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{ZnO}_2$ ), a w szczególności RGO/ $\text{TiO}_2$ -Me i RGO/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Me,
- opracowanie i optymalizacja modyfikacji tlenku grafenu w oparciu o nowe metody zol-żel oraz uzyskanie ochrony patentowej,
- potwierdzenie obecności wiązania kowalencyjnego Al-O na powierzchni GO i wyjaśnienie mechanizmu kowalencyjnej modyfikacji powierzchni układów RGO/ $\text{TiO}_2$ -Me i RGO/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Me,
- uzyskanie właściwości biobójczych dla układów RGO modyfikowanych  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Ag,  $\text{SiO}_2$ -Ag i  $\text{ZnO}_2$ -Ag oraz biosorpcyjnych w przypadku RGO/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Au oraz RGO/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Ag,
- realizacja postawionego celu badań i opracowanie hybrydowego nanokompozytu RGO/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Ag o właściwości bioadsorpcyjnych i biobójczych.

Wszystkie prace załączone w ocenianym cyklu zostały wykonane w ramach kierowanego przez Habilitantkę projektu NCN pt. Zaawansowane techniki badania in situ zjawiska sorpcji bakterii na powierzchni nowych nanohybrydowych sorbentów grafenowych w układach wodnych. Nie ma wątpliwości, że dr inż. Agnieszka Jastrzębska była inicjatorką i koordynatorem prac zawartych w ocenianym cyklu habilitacyjnym. Ponadto, w opinii recenzenta potwierdzeniem wysokiego poziomu naukowego Kandydatki jest wyważony charakter autoreferatu, który zawiera dyskusję nad zaletami i wadami opracowanych materiałów wykorzystujących grafen. Na każdym etapie opisu zostały jasno przedstawione osiągnięcia Kandydatki, a także sugestie na temat dalszych kierunków badań.

Wyniki badań w zakresie tematyki cyklu były prezentowane przez Habilitantkę na wielu konferencjach krajowych i zagranicznych, w tym dwa wykłady zaproszony i plenarny na renomowanych konferencjach

(p. 4L, zał.3 dokumentacji). W opinii recenzenta osiągnięte wyniki zostały zweryfikowane przez środowisko naukowe, co dowodzi wysokiej jakości naukowej tematyki zawartej w ocenianym cyklu publikacji.

Na podstawie przedłożonych przez dr inż. Agnieszkę Jastrzębską 15 pozycji naukowych i autoreferatu stwierdzam, że osiągnięcia zawarte w przedstawionym do recenzji cyklu powiązanych tematycznie publikacji wnoszą oryginalne, wyraźnie widoczne w światowym obiegu, elementy do nauki w dyscyplinie inżynieria materiałowa, przez co Kandydatka spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych.

### 3. Ocena istotnej aktywności naukowej - pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Dr inż. Agnieszka Jastrzębska ma w swoim dorobku 36 prac (baza JCR), z czego 7 powstało przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora. Według informacji Kandydatki całkowity dorobek naukowy obejmuje:

- 150 artykułów w periodykach naukowych,
- 10 patentów polskich i 3 zgłoszenia patentowe (2 europejskie i 1 krajowy)
- całkowita liczba cytowań = 209 (WoS), 253 (Scopus)
- liczba cytowań po doktoracie = 159 (WoS), 185 (Scopus)
- Impact factor zgodny z rokiem opublikowania 67,45, w tym 49,42 po doktoracie
- indeks Hirscha = 7 (WoS), 10 (Scopus)
- udział w konferencjach po doktoracie: 27, w tym 10 referatów (4 zaproszone i 1 plenarny),

Dr inż. Agnieszka Jastrzębska jest absolwentką Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej. Studia wyższe ukończyła w 2007 roku (kierunek Technologia Chemiczna, specjalność technologia i charakteryzacja ciała stałego), broniąc pracę magisterską pt. „Badanie kompleksowania jonów w układnie słaby elektrolit – dodatek supramolekularny – sól”. W 2008 rozpoczęła studia doktoranckie w Zakładzie Materiałów Ceramicznych i Polimerowych Wydziału Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej. Pracę doktorską pt. „Otrzymywanie i właściwości nanocząstek srebra osadzonych na podłożu w postaci nanoproszku tlenku glinu”, wykonaną pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Andrzeja Olszyny obroniła w 2012 r. Aktywność naukowa Kandydatki była wyróżniająca już na etapie realizacji studiów doktoranckich. Otrzymała dwuletnie stypendium naukowe dla wybitnych młodych naukowców, uzyskane w 2009 roku w ramach Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej. W 2010 r. realizowała projekt promotorski (MNiSW, N N507 469538) pt. Otrzymywanie i właściwości nanocząstek srebra osadzonych na podłożu w postaci nanoproszku tlenku glinu. Wyniki tych prac dotyczących wytwarzania nanoproszków  $Al_2O_3$ -Ag były impulsem do dalszych osiągnięć Kandydatki w zakresie materiałów hybrydowych wykorzystujących grafen. Ponadto, brała udział w pracach nad modyfikacją nanoproszku  $Al_2O_3$  z wykorzystaniem jonów metali ziem rzadkich do zastosowań optycznych oraz badaniach nad elektrolitami litowymi. W efekcie sumaryczny impact factor publikacji w okresie przed doktoratem wyniósł 18,02, a liczba cytowań 50 (WoS).

Kandydatka po uzyskaniu stopnia doktora w 2012 r. rozpoczęła pracę na stanowisku technologa w Zakładzie Materiałów Ceramicznych i Polimerowych, Wydziału Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej. Realizowała zadania w ramach projektu pt. Wykorzystanie ogniw mikrobiologicznych do produkcji energii, wodoru i w miniaturowych systemach detekcji (NR15-0049-10/2011) oraz międzynarodowego projektu pt. „Inteligentne funkcje opakowań z dodatkiem materiałów nanostrukturalnych do zastosowań w ochronie żywności” (MNT/SMARTPACK/2012 – NCBiR, 2012-

2015). W ramach projektu międzynarodowego dr inż. Agnieszka Jastrzębska kierowała zadaniami dotyczącymi syntezy oraz charakteryzacji nanomateriałów na bazie  $\text{TiO}_2$  do zastosowań fotokatalitycznych. Habilitantka w 2014 r. rozpoczęła realizację własnego projektu NCN pt. Zaawansowane techniki badania in situ zjawiska sorpcji bakterii na powierzchni nowych nanohybrydowych sorbentów grafenowych w układach wodnych (NCN, Sonata), a wyniki jej badań są przedmiotem ocenianego cyklu habilitacyjnego (p. 2 niniejszej recenzji). W tym samym czasie podejmuje kolejne aktywności badawcze realizowane w ramach projektu dziekańskiego pt. „Unikatowe biobójcze nanokompozyty sorpcyjne do zastosowań w filtracji wody pitnej” (504M/1090/0871/000) oraz Juventus Plus (MNiSW, 2016 r.) pt. „Badania właściwości bio-aktywnych nowych dwuwymiarowych struktur karbidków lekkich metali przejściowych” (0277/JP2/2016/74).

Osiągnięcia Kandydatki były zauważane przez międzynarodowe i krajowe środowisko naukowe. Była zapraszana do wygłaszania wykładów w ramach konferencji: 11th International Conference on Advanced Computational Engineering and Experimenting, ACE-X 2017; Seminarium Teoria i Modelowanie Nanostruktur, Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego (2017); 3rd Annual World Congress of Smart Materials 2017 (WCSM-2017). Ponadto, otrzymała nagrodę Rektora Politechniki Warszawskiej za osiągnięcia naukowe w latach 2014-2015 i 2012-2013. Poza wyraźnie widoczną aktywnością naukową, należy podkreślić, wymiar aplikacyjny realizowanych prac mający swoje odzwierciedlenie w 10 przyznanych patentach oraz 3 zgłoszeń patentowych, w tym 2 międzynarodowych.

Analizując istotną aktywność naukową należy podkreślić, że jest ona większa w porównaniu do dorobku wskazanego w ocenianym cyklu. Nie bez znaczenia jest też fakt, że dr inż. Agnieszka Jastrzębska jest młodym naukowcem, w 2007 uzyskała tytuł mgra inż., a w 2012 obroniła pracę doktorską. Świadczy to o dużym zaangażowaniu, pracowitości, ale przede wszystkim wysokim poziomie naukowym Habilitantki.

**Na podstawie powyższego mogę bez wątpliwości stwierdzić, że dr inż. Agnieszka Jastrzębska posiada cechy samodzielnego pracownika oraz udokumentowane umiejętności i doświadczenie w kierowaniu i współpracy z zespołami badawczymi. Powyższe jest potwierdzeniem naukowej dojrzałości Habilitantki.**

#### **4. Działalność dydaktyczna, organizacyjna i popularyzatorska**

Dr inż. Agnieszka Jastrzębska wykazuje wyraźną działalność organizacyjną uczestnicząc w programach krajowych i międzynarodowych. W ramach programu MNT-ERANET nawiązała współpracę z Prof. dr inż. Ancą Peter (Technical University of Cluj Napoca, Rumunia). Współpracowała w przedsiębiorcami kierując realizacją zadań aplikacyjnych na rzecz firm Kart Trefl-Kraków Sp z o.o., Ecofair Sp z o.o., UST-M Sp z o.o.). Bierze udział w pracach grup badawczych np. koordynuje zadania należące do Politechniki Warszawskiej w ramach Grupy badawczo-rozwojowej powołanej dla potrzeb realizacji prac z zakresu antybakteryjnych powłok drukowanych z Centralnym Ośrodkiem Badawczo-Rozwojowym Przemysłu Poligraficznego w Warszawie. Należy do zespołu zarządzającego międzynarodowego konsorcjum powołanego do realizacji projektu SMARTPACK. Ponadto uczestniczyła w pracach w komitetów organizacyjnych konferencji 11th International Conference on Advanced Computational Engineering and Experimenting (ACE-X 2017) i 3rd Annual World Congress of Smart Materials 2017 (WCSM-2017). Od 2013 roku należy do Rady redakcyjnej czasopisma Advanced Nanoscience and Technology i jest członkiem dwóch towarzystw International Association of Advanced Materials (IAAM, Szwecja, od 2017) i BIT Congress Inc. (Chiny, od 2016).

Habilitantka pracując na stanowisku technologa, z powodzeniem angażowała się w proces dydaktyczny. Otrzymała Nagrodę Zespołową II stopnia Rektora Politechniki Warszawskiej za osiągnięcia dydaktyczne w latach 2013-2014 - publikacja skryptu pt. „Tworzywa ceramiczne – Ćwiczenia laboratoryjne”,



autorstwa: A. Jastrzębska, M. Kostecki, A. Olszyna, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2014. Opracowała program laboratorium w zakresie charakteryzacji właściwości fizycznych proszków ceramicznych „Materiały ceramiczne” oraz przedmiot obieralny obejmujący wykład i laboratorium pt. „Nanomateriały bioaktywne – wytwarzanie, charakteryzacja, zastosowanie w przemyśle”.

Kandydatka aktywnie uczestniczy w zespołach eksperckich: Mazowiecka Jednostka Wdrażania Programów Unijnych (MJWPU), Bank Gospodarstwa Krajowego i Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR). Recenzowała ok. 73 projektów MJWPU (m.in. Bon na innowacje, Projekty badawczo-rozwojowe) i 11 NCBiR (INNOCHEM, Innowacyjny Recykling, WoodInn). Ponadto wykonała ok. 22 recenzji dla czasopism naukowych takich jak.: Journal of Nanoparticle Research, Chemical Engineering Journal, Nanotoxicology, Ecotoxicology and Environmental Safety, Journal of Nanoscience and Nanotechnology.

**Aktywność Dr inż. Agnieszki Jastrzębskiej na polu dydaktycznym, organizacyjnym i popularyzatorskim, oceniam wysoko.**

## **5. Podsumowanie**

**Do oryginalnych, wnoszących istotny wkład do nauki osiągnięć oraz cech charakteryzujących działalność dr inż. Agnieszki Jastrzębskiej zaliczam:**

1. Spójny dorobek publikacyjny ocenianego cyklu obejmujący prace nad syntezą nowych nanomateriałów bioaktywnych i biosorpcyjnych wykorzystujących grafen płatkowy:
  - koncepcje składów nanokompozytów typu RGO/(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, ZnO<sub>2</sub>),
  - opracowanie modyfikacji tlenku grafenu w oparciu o nowe metody zol-żel i uzyskanie ochrony patentowej,
  - potwierdzenie obecności wiązania kowalencyjnego Al-O na powierzchni GO i wyjaśnienie mechanizmu kowalencyjnej modyfikacji powierzchni układów RGO/TiO<sub>2</sub>-Me i RGO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Me,
  - opracowanie hybrydowego nanokompozytu RGO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Ag o właściwości bioadsorpcyjnych i biobójczych.
2. Wyróżniający dorobek aktywności naukowej – osoby młodej, charakteryzującej się dynamicznym rozwojem kariery naukowej, potwierdzonym znaczną ilością publikacji z listy JCR i liczbą patentów,
3. Kierownictwo projektów badawczych (NCN) oraz udział w międzynarodowych konsorcjach badawczych,
4. Wyróżniająca działalność organizacyjna i popularyzatorska.

### **Wniosek:**

**Dr inż. Agnieszka Jastrzębska jest młodym naukowcem legitymującym się wyróżniającym dorobkiem naukowym oraz licznymi pracami wdrożeniowymi udokumentowanymi patentami. Wykazuje dużą aktywność w działalności organizacyjnej i popularyzatorskiej.**

**Na tej podstawie z stwierdzam, że zarówno poziom naukowy cyklu publikacji, jak i pozostały istotny dorobek naukowy dr inż. Agnieszki Jastrzębskiej spełniają wymagania stawiane przez Ustawę z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (z późniejszymi zmianami), kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa.**

Kraków, 18 czerwca 2018 r.

*Dominik Doros*