

Prof. dr hab. inż. Katarzyna Pietrzak
Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN
ul. Pawińskiego 5B, 02-106 Warszawa
katarzyna.pietrzak@ippt.pan.pl

Warszawa, 17.03.2022 r.

RECENZJA

Osiągnięcia naukowego pt.:

**„Opracowanie nowych nanokompozytów na osnowie ceramicznej umacnianych
kryształami o strukturze dwuwymiarowej”**

oraz ocena dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego

dr. inż. Jarosława Woźniaka

Charakterystyka kandydata

Dr inż. Jarosław Woźniak jest absolwentem Wydziału Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej. Studia II stopnia ukończył w roku 2009 uzyskując tytuł magistra, tytuł pracy „Powłoki dwutlenku tytanu na szkle kwarcowym – synteza i właściwości”.

Na tej samej uczelni, po ukończeniu studiów III stopnia w Zakładzie Materiałów Ceramicznych i Polimerowych Wydziału Inżynierii Materiałowej, w 2013 r. uzyskał stopień naukowy doktora w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa. Promotorem pracy zatytułowanej „Otrzymywanie i właściwości kompozytów na osnowie aluminium i jego stopów umacnianych cząstkami węgla krzemu” był prof. Andrzej Olszyna.

Habilitant od roku 2014 zatrudniony jest na Wydziale Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej na stanowisku technologa.

Ocena dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego

Dorobek naukowy

Na podstawie analizy przedstawionej dokumentacji w zakresie dotyczącym tematyki opublikowanych artykułów i wystąpień konferencyjnych można stwierdzić, że od początku

pracy, najpierw nad doktoratem, a potem na stanowisku technologa, działania Habilitanta związane były z materiałami kompozytowymi. Dotyczyły one zarówno kompozytów z materiałami umacniającymi w skali mikro, nano jak i 2D.

Habilitant jest współautorem 21 artykułów w czasopismach z listy JCR (dwa przed doktoratem) i 10 spoza listy (siedem przed doktoratem). Większość czasopism z listy JCR ma aktualny IF powyżej 3.

Dr Jarosław Woźniak prezentował wyniki prac, w których uczestniczył, na 16 konferencjach (10 przed doktoratem), w tym dwunastu międzynarodowych (7 przed doktoratem). Tylko w dwóch przypadkach były to referaty (IMT – Zakopane 2014 i International Seminar – Mxenes-a new family of 2D materials – Warszawa 2018).

Habilitant uczestniczył w ośmiu projektach, we wszystkich jako wykonawca. Były to projekty POIG, PBS finansowane przez NCBiR. Obecnie prowadzi prace w czterech projektach, w dwóch jako wykonawca (OPUS 13 i Sonata Bis finansowane przez NCN), w jednym jest kierownikiem dwóch zadań, a w projekcie realizowanym w ramach Centrum Badawczego POB Politechniki Warszawskiej Technologii Materiałowej jest kierownikiem.

Kierował pracami w 5 grantach dziekańskich. Trzy z nich związane były z tematyką materiałów kompozytowych umacnianych materiałami 2D (kryształy Ti_3C_2 , grafen).

Habilitant jest laureatem nagrody I st. Pratt&Whitney Zb. Grabowski Memorial Prize w kategorii rozpraw doktorskich oraz dwóch nagród zespołowych Rektora Politechniki Warszawskiej drugiego i trzeciego stopnia za osiągnięcia naukowe w latach 2015-2016 i 2018-2019.

W 2020 roku był redaktorem pomocniczym w czasopiśmie Materials przy redagowaniu wydania specjalnego „New Findings of MXenes: Preparation, Properties and Application in Biotechnology and Catalysis”.

Po uzyskaniu stopnia doktora, w latach 2015 – 2021, zrecenzował 39 artykułów

Według przedstawionej dokumentacji dr Jarosław Woźniak współpracuje naukowo z instytutami Sieci Badawczej Łukasiewicza (Krakowskim Instytutem Technologicznym, Instytutem Mikroelektroniki i Fotoniki i Instytutem Mechaniki Precyzyjnej), Wydziałem Metali Nieżelaznych Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie i Instytutem Wysokich Ciśnień Polskiej Akademii Nauk w Warszawie.

Współpracuje również z sektorem gospodarczym, są to firmy Bohamet S.A., Ciele i Pelmet S.J. K. Pelczar, E. Pelczar, Krościenko Wyżne.

Habilitant jest także współautorem dwóch zgłoszeń patentowych, a ich tematyka jest ściśle związana z tematyką habilitacji.

Dane bibliometryczne Habilitanta są wysokie - sumaryczny IF wynosi 89,07 (zgodnie z rokiem opublikowania), liczba cytowań 312, (bez autocytowań 228), indeks Hirscha 11 (dane wg bazy Scopus).

Dorobek dydaktyczny

Dr inż. Jarosław Woźniak od 2009 r. prowadzi zajęcia dydaktyczne dla studentów trzech Wydziałów Politechniki Warszawskiej: Inżynierii Materiałowej, Mechatroniki i Mechanicznego, Energetyki i Lotnictwa. Zajęcia te to: zajęcia laboratoryjne: Technologia informacyjna, Materiały ceramiczne i metody ich wytwarzania i Materiałoznawstwo oraz wykłady: Nowoczesne Materiały Ceramiczne i Materiały I. Jest współautorem skryptu wydanego przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Warszawskiej pt. „Tworzywa ceramiczne. Ćwiczenia laboratoryjne”.

Habilitant był konsultantem w 4 pracach inżynierskich i magisterskich oraz promotorem pomocniczym w jednym przewodzie doktorskim.

Dorobek organizacyjny

Brak informacji

Ocena osiągnięcia naukowego pt: „Opracowanie nowych nanokompozytów na osnowie ceramicznej umacnianych kryształami o strukturze dwuwymiarowej”

Materiały ceramiczne charakteryzują się wysoką twardością, odpornością na ściskanie, na korozję, żaroodpornością i żarowytrzymałością oraz niskim współczynnikiem rozszerzalności cieplnej. Zalety te predestynują je do zastosowań w wielu gałęziach nowoczesnego przemysłu zarówno na elementy maszyn, jak i na odrębne wyroby pracujące w złożonym stanie obciążeń eksploatacyjnych. Istotną wadą materiałów ceramicznych jest ich niska odporność na kruche pękanie. W celu całkowitej lub częściowej eliminacji tej wady, wytwarza się materiały kompozytowe o osnowie ceramicznej umacnianej odpowiednio dobranym materiałem, którego dodatek nie wpłynie na zaburzenie właściwości osnowy, a jednocześnie poprawi odporność na kruche pękanie.

Prace z zakresu badań podstawowych i prace technologiczne dotyczące tego zagadnienia, prowadzone są od lat w laboratoriach czołowych firm przemysłowych i w ośrodkach akademickich. Ostatnio koncentrują się one na materiałach 2D. Przykładem takiego materiału, może być grafen i cała grupa materiałów zbliżonych do niego, takich jak grafen wielowarstwowy (MLG), tlenek grafenu (GO) czy też zredukowany tlenek grafenu (rGO). Druga grupa materiałów, w której pokładane są duże nadzieje to fazy MXene, po raz pierwszy opisane w roku 2011, charakteryzujące się silnymi wiązaniami kowalencyjnymi w poszczególnych warstwach ($M_{n+1}X_n$) i stosunkowo słabszymi wiązaniami pomiędzy warstwami typu M - A (M - metal przejściowy np. Ti, V, Cr; X – azot lub węgiel; A – metal grupy 13 lub 14).

Właśnie tą tematyką zajął się w swoich badaniach Habilitant. Celem naukowym, który sobie postawił było opracowanie kompozytów o osnowie Al_2O_3 , SiC i Si_3N_4 umacnianych materiałami grafenowymi lub fazami MXene.

Habilitant jako cykl monotematyczny przedstawił 12 publikacji. W 5 z nich jest pierwszym autorem, w 7 jest na drugim miejscu w zespole autorskim, publikacje ukazały się w latach 2016 – 2021, w renomowanych pismach, a ich sumaryczny IF, zgodny z rokiem publikowania, wynosi 39,553.

Szczegółowe cele obejmowały:

- (i) Zaprojektowanie składu kompozytów ceramicznych umacnianych kryształami o strukturze dwuwymiarowej
- (ii) Opracowanie sposobu modyfikacji powierzchni kryształów 2D
- (iii) Opracowanie warunków konsolidacji kompozytów o osnowie ceramicznej
- (iv) Wykonanie kompleksowej charakteryzacji materiałów wyjściowych oraz kompozytów, pod kątem analizy ilościowej mikrostruktury oraz właściwości mechanicznych i trybologicznych
- (v) Opisanie mechanizmów odpowiedzialnych za poprawę właściwości mechanicznych oraz trybologicznych kompozytów.

Publikacje [A1] – [A9] przedstawiają wyniki prac nad kompozytami umacnianymi materiałami z rodziny grafenu.

W [A1] przedstawiono wyniki prac nad kompozytami o osnowie Al_2O_3 umacnianej grafenem wielowarstwowym w ilości od 1 do 3%obj.. Kompozyty otrzymywano techniką SPS (Spark Plasma Sintering). Uzyskano względną gęstość spieków powyżej 98%, a zastosowanie

techniki SPS pozwoliło na zachowanie niezmięnionej struktury MLG. W celu uniknięcia porowatości na granicy osnowa $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{MLG}$, materiał umacniający pokrywano powłoką Ni-P, stosując metodę elektrochemiczną. Otrzymane kompozyty charakteryzowały się twardością wyższą niż czysta osnowa czy też Al_2O_3 umacniane niepokrywanym MLG. Zaobserwowano również znaczny wzrost odporności na kruche pękanie. Dla kompozytu Al_2O_3 -1%obj.MLG-Ni-P 60% w stosunku do spieku nieumocnionego i 35% w stosunku do spieku Al_2O_3 -1%obj. Habilitant zajął się również problemem wpływu dodatku MLG lub MLG pokrywanego warstwą Ni-P na zużycie kompozytów o osnowie Al_2O_3 poprzez tarcie - praca [A2]. W pracy [A3] zajął się kompozytami o osnowie Al_2O_3 umacnianymi tlenkiem grafenu GO. Otrzymał kompozyty o wysokiej gęstości względnej - ponad 98%. Najlepsze właściwości mechaniczne uzyskano dla kompozytów zawierających 0,5 i 0,7% mas. GO. Habilitant stwierdził, że wzrost wartości poszczególnych właściwości związany jest nie tylko z umocnieniem osnowy płatkami GO, ale również z ograniczeniem rozrostu ziarna w procesie spiekania. W badaniach [A4] tlenek GO pokrywano techniką zol-żel fazą Al_2O_3 przy zachowaniu niezmięnionej struktury tlenku grafenu. Obserwacje wykazały jednak znikomy wzrost właściwości mechanicznych. Jednak w przypadku obserwacji mechanizmu pękania kompozytów, zaobserwowano poza odchyleniem pęknięcia, dodatkowy mechanizm jego rozgałęzienia. W kolejnych, przedstawionych w cyklu tematycznym pracach, Habilitant badał zależności właściwości kompozytów na bazie SiC (prace [A6], [A7]) i na bazie Si_3N_4 (prace [A8], [A9]) umacnianych różnymi materiałami z grupy grafenu.

Prace [A10], [A11], [A12] przedstawiają wyniki badań nad kompozytami o osnowie Al_2O_3 , SiC i Si_3N_4 umacnianych fazami MXene. Praca [A10] zawiera wyniki badań kompozytów o osnowie SiC z umocnieniem TiC_2 (od 0 do 3% mas.). Dodatek w ilości 1,5 – 2% mas. powodował wzrost twardości, jego dalsze zwiększanie powodowało spadek gęstości i w następstwie twardości. Wartość współczynnika VIF otrzymanych kompozytów była znacznie wyższy niż dla ceramiki nieumocnionej, jednak nie bardzo zauważalny był wpływ ilości materiału umacniającego. Celem pracy [A11] było badanie wpływu dodatku fazy Ti_3C_2 na strukturę i właściwości mechaniczne kompozytów o osnowie Si_3N_4 , a pracy [A12] o osnowie Al_2O_3 .

Podsumowując można stwierdzić, że w obszarze tematyki materiałów kompozytowych o osnowie ceramicznej umacnianych materiałami z „rodziny grafenu” oryginalnym wkładem Habilitanta jest opracowanie metody ich konsolidacji, przy jednoczesnym zapewnieniu braku

degradacji umocnienia, określenie ich właściwości i opracowane mechanizmów propagacji pęknięcia. Opisane badania trybologiczne pozwoliły potwierdzić właściwości samosmarne zastosowanych faz umacniających oraz tworzenie się filmu węglowego.

W zakresie tematyki związanej z kompozytami o osnowie ceramicznej umacnianej fazami MXene, Habilitant opracował procedury ich otrzymywania. Przeprowadził szczegółowe badania ich struktury oraz właściwości oraz mechanizmu propagacji pęknięcia w zależności od stopnia delaminacji zastosowanego umocnienia. Należy zauważyć, że według dostępnej literatury, Habilitant jako pierwszy wytworzył kompozyty SiC umacnianie fazami MXene.

Opisane prace w sposób niezaprzeczalny stanowią oryginalny i niewątpliwe bardzo znaczący wkład Habilitanta dr. inż. Jarosława Woźniaka w rozwój dyscypliny – inżynieria materiałowa.

Podsumowanie

Analizując przedstawione do recenzji materiały zawierające informacje o całokształcie działalności dr inż. Jarosława Woźniaka, jako kandydata do nadania stopnia doktora habilitowanego, nasuwają się i bardzo pozytywne i nie do końca zadowolające wnioski.

Habilitant od ukończenia studiów związany jest z Wydziałem Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej. W takiej sytuacji dziwić może fakt, niewielkiego dorobku dydaktycznego. Poza prowadzonymi zajęciami, uczestniczył jako konsultant w czterech pracach inżynierskich i magisterskich i był promotorem pomocniczym w jednym przewodzie doktorskim. Większość prezentacji konferencyjnych miała miejsce przed doktoratem (10 na 16) i tylko dwie prezentacje konferencyjne były wygłaszane jako referaty. Nie przedstawiono żadnego dorobku organizacyjnego. Nie najlepiej przedstawia się również Jego dorobek w samodzielnym prowadzeniu projektów – kierował tylko grantami dziekańskimi, we wszystkich pozostałych projektach z NCN czy NCBiR był wykonawcą, co może nie świadczyć dobrze o samodzielności naukowej. Kolejną nie zasługującą na pochwałę rzeczą jest sposób przygotowania dokumentacji do oceny. Tekst napisany jest niestarannie, z wieloma błędami - np. wartość indeksu Hirscha raz wynosi (według tej samej bazy) 11, raz 12. Habilitant nie obył również żadnego stażu, ani krajowego, ani zagranicznego. Wszystkie te informacje są tym bardziej niesatysfakcjonujące, że dotyczą osoby pracującej w jednostce akademickiej o wysokiej renomie.

Nowatorska i dobrze udokumentowana jest natomiast działalność naukowa Habilitanta i tylko ta część przedstawionej dokumentacji zasługuje na pozytywną ocenę.

Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę wartość naukową, poznawczą i aplikacyjną przedstawionej rozprawy habilitacyjnej oraz osiągnięcia naukowe Habilitanta, mające miejsce po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych, wyrażające się pracami nad bardzo nowatorską tematyką, publikowaniem prac w renomowanych czasopismach naukowych, prezentowaniem wyników na specjalistycznych konferencjach międzynarodowych **stwierdzam, że dr inż. Jarosław Woźniak w stopniu wystarczającym spełnia wymagania określone w ustawie z dnia 20 lipca 2018 roku, Prawo o Szkolnictwie i Nauce (Dz. U. z 2021., poz. 478) oraz kryteria oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.**

W związku z tym wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Materiałowa, Politechniki Warszawskiej o nadanie dr. inż. Jarosławowi Woźniakowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

