

Prof. dr hab. inż. Tadeusz Wierzchoń  
Politechnika Warszawska  
Wydział Inżynierii Materiałowej  
ul. Wołoska 141  
02-507 Warszawa

Warszawa 30.12.2021r.



## RECENZJA

**osiągnięcia naukowego pt. „Mikrostruktura i właściwości borowanych stopów niklu” oraz dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr inż. Natalii Joanny Makuch-Dziarskiej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego**

### Podstawa prawna opracowania recenzji

Pismo Dziekana Wydziału Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej prof. dr hab. Mirosława Szybowicza nr DF-64/100/2021, informujące o powołaniu Komisji Habilitacyjnej w celu przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego dr inż. Natalii Joanny Makuch-Dziarskiej wraz z dokumentacją oraz uchwała Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Poznańskiej nr 49/2020-2024/2021 z dnia 5.11.2021 r.

### Dane ogólne o Habilitantce

Dr inż. Natalia Joanna Makuch-Dziarska ukończyła studia magisterskie na Wydziale Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej w 2009 roku. W 2013r. na tym samym Wydziale obroniła pracę doktorską pt. „Dwustopniowy proces borowania gazowego w atmosferze  $N_2-H_2-BCl_3$ ” w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa, której promotorem był dr hab. inż. Michał Kulka, prof. PP. W latach 2012-2015 była zatrudniona w Instytucie Inżynierii Materiałowej w Zakładzie Metaloznawstwa i Inżynierii Powierzchni na Wydziale Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej jako asystent, a następnie adiunkt do 31.12.2019 roku, a od 1.01.2020 r. jest adiunktem na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej w Zakładzie Metaloznawstwa i Inżynierii Powierzchni Instytutu Inżynierii Materiałowej. W trakcie pracy zawodowej w 2014 roku odbyła 3 krótkoterminowe staże naukowe w Instytucie Mechaniki Precyzyjnej, Politechnice Łódzkiej w Instytucie Inżynierii Materiałowej i Afyon Kocatepe University ( Faculty of Technology) w Afyonkarahisar w Turcji. .



## Ocena osiągnięcia naukowego.

Jako osiągnięcie naukowe po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych dr inż. Natalia Joanna Makuch-Dziarska przedstawiła cykl 15 publikacji powiązanych tematycznie pod wspólnym tytułem: „Mikrostruktura i właściwości borowanych stopów niklu”. Cykl ten obejmuje 3 autorskie artykuły opublikowane w czasopismach z listy JCR posiadających współczynnik Impact Factor, 10 współautorskich artykułów opublikowanych w czasopismach z listy JCR posiadających współczynnik Impact Factor, oraz 2 artykuły współautorskie opublikowane w czasopismach bez współczynnika IF. Są to następujące czasopisma: Surface and Coatings Technology (2 artykuły), Ceramics International (3), Transactions of Nanoferrous Metals Society of China (3), Transactions of Indian Institute of Metals(1), Applied Surface Science (2), Materials, Optics and Laser Technology( 1 publikacja) oraz po jednym artykule w Archives of Materials Science and Engineering i Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering (bez IF). Są to artykuły z lat 2013 – 2019, których - zgodnie z załączoną dokumentacją - sumaryczny Impact Factor według bazy Scopus wynosi 34,511, a zgodnie z listą Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego obowiązującego w latach 2013-2018: 300, zaś w latach 2019 - obecnie-540, a liczba cytowań : 95. Tematyka tych publikacji dotyczy procesów borowania gazowego, borowania jarzeniowego z zastosowaniem pasty jako źródła boru, określanego przez Habilitantkę procesem borowania plazmowego z pasty oraz laserowego stopowania powierzchni borem. Wybór tych procesów borowania Habilitantka uzasadniła w autoreferacie swoim znaczącym udziałem w opracowaniu ich podstaw technologicznych, określając dwa cele naukowe badań, tj.:

- opracowanie w/w metod borowania i dobór parametrów procesu w aspekcie wytwarzania warstw borowanych na niklu i jego stopach o korzystnych właściwościach,
- określenie zależności między składem fazowym i chemicznym wytwarzanych warstw borowanych , a ich właściwościami.

W swojej pracy naukowej zwróciła szczególną uwagę na mikrostrukturę wytwarzanych warstw borowanych , ich skład chemiczny i fazowy, ich właściwości nanomechaniczne tj. twardość badaną przy stosunkowo małych obciążeniach oraz moduł Younga, odporność na kruche pękanie, odporność na zużycie przez tarcie i korozję, stosując właściwe techniki badawcze. Uzyskane wyniki opublikowane zostały w w/w czasopismach o zasięgu międzynarodowym.

Istotny wkład w rozwój metod borowania dyfuzyjnego i na podkreślenie zasługują prace dr inż. Natalii Joanny Makuch- Dziarskiej w zakresie:

- badań odporności korozyjnej warstw borowanych wytwarzanych metodami borowania gazowego i plazmowego z pasty, w tym wykazanie wpływu zawartości chromu w podłożu stopów niklu na tworzenie się warstw borowanych i ich odporność korozyjną oraz opracowana hipoteza pracy tworzących się ogniw korozyjnych dla stopu niklu Nimonic 80A z warstwą borowaną wytworzoną na całej badanej powierzchni i tylko selektywnie,



- wyniki badań właściwości nanomechanicznych wytwarzanych warstw borowanych i odporności na kruche pękanie w korelacji ze składem chemicznym obrabianego podłoża niklowego oraz analizą wpływu chromu i żelaza na te właściwości,
- zaadoptowanie modelu opracowanego przez Ashby,ego i Esterlinga do obliczania prognozowanej grubości warstw borowanych wytwarzanych w procesie borowania laserowego oraz potwierdzenie jego dobrej korelacji w badaniach eksperymentalnych,
- opracowanie warunków wytwarzania warstw borowanych badanymi metodami, w szczególności procesu borowania laserowego bez i z dodatkiem pierwiastków metalicznych. Zaznaczyć jednak należy, że w/w procesy borowania dyfuzyjnego realizowano w stosunkowo wysokich temperaturach tj.: gazowego - 910- 920°C, borowania plazmowego z pasty -800°C, a proces laserowego stopowania borem polegał na jednoczesnym topieniu i mieszaniu naniesionej uprzednio pasty boru amorficznego z polialkolem winylowym bez/ lub z dodatkiem metali (niobu, lub molibdenu),
- wykazanie, że w badanych procesach wytwarzane są warstwy borowane na niklu i jego stopach Nimonic 80A , Inconel 600 oraz Nisil o wysokiej twardości, zwiększające ich odporność na zużycie przez tarcie i odporność korozyjną, niestety o stosunkowo niskiej odporności na kruche pękanie.

Prace te realizowane były w ramach projektów badawczych m.in. Narodowego Centrum Nauki pt. "Mikrostruktura i właściwości warstwy borowanej wytworzonej na stopie Nimonic 80A", którego Habilitantka była kierownikiem, Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Politechniki Poznańskiej, jak też były efektem współpracy naukowej z Afyon Kocatepe University w Turcji.

Uzyskane interesujące wyniki badań, wnoszące nowe wartości poznawcze, prezentowane w publikacjach stanowiących podstawę osiągnięcia Habilitantki oraz zawarte w autoreferacie, nasuwają jednak szereg uwag mających charakter dyskusyjny, a w niektórych przypadkach przedstawione zostały zbyt ogólnie np.:

- brak jest przede wszystkim w autoreferacie wykazania zalet badanych procesów borowania dyfuzyjnego w stosunku do innych metod inżynierii powierzchni stosowanych w przypadku obróbki stopów niklu, w tym tzw. procesów hybrydowych, umożliwiających wytwarzanie dyfuzyjnych warstw powierzchniowych kompozytowych, w znacznie niższych temperaturach i o korzystnych właściwościach,
- wyniki badań składu chemicznego z zastosowaniem punktowej analizy chemicznej metodą EDS ( dokładność metody jest znacznie niższa niż prezentowana przez Habilitantkę ) np. rys. 2, 20 w autoreferacie, czy też rys.11,12e,f w publikacji H-1 wskazują na możliwość tworzenia się tzw. borków złożonych typu  $(Ni,Cr,Fe)_x B_y$  w przypadku Inconelu 600, czy też  $(CrNi)_x B_y$  na stopie Nimonic 80A o różnej zawartości niklu, chromu i w przypadku stopu Inconel 600 – także żelaza. Szkoda, że w kontekście interpretacji „wielofazowej drobnoziarnistej mikrostruktury warstw borowanych”( cytowanie np.str.9 autoreferatu), czy też identyfikacji borków na granicach



ziaren nie przeprowadzono badań z użyciem transmisyjnego mikroskopu elektronowego, a także procesów borowania gazowego niklu, jako materiału modelowego.

- brak jest informacji, dotyczącej składu atmosfery reaktywnej tworzącej się w procesie borowania plazmowego z pasty zawierającej boraks i alkohol etylowy, warunkującej wytwarzanie dyfuzyjnej warstwy borowanej.

- czy obecność węgla w procesie borowania laserowego i plazmowego z użyciem past – kolejno: boru amorficznego z polialkoholem winylowym oraz alkoholu etylowego z tetraboranem sodu - nie ma wpływu na tworzenie się warstw borowanych ?.

Uwagi te, jak zaznaczyłem, w dużej mierze mają charakter dyskusyjny, które Habilitantka mogłaby ewentualnie wykorzystać w dalszej działalności publikacyjnej. Chcę podkreślić, że nie podważają one jednak istotnej wartości poznawczej publikacji, ogólnej prawidłowości badań, czy też zastosowanych technik badawczych. Prezentowane publikacje obejmują wszystkie etapy pracy badawczej, począwszy od literaturowego wprowadzenia, umiejętnego postawienia celu badawczego, poprzez udział w opracowaniu konstrukcji urządzeń i warunków prowadzenia badanych procesów, szeroką charakterystykę wytworzonych warstw, po interesującą dyskusję z wnioskami i zostały opublikowane w czasopismach z listy JCR. Potwierdzają one dużą dojrzałość naukową oraz przygotowanie merytoryczne dr inż. Natalii Joanny Makuch-Dziarskiej do prowadzenia badań o charakterze naukowym w zakresie inżynierii materiałowej, w szczególności inżynierii powierzchni. Publikacje te stanowią ważne osiągnięcie naukowe będące twórczym wkładem Habilitantki w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa.

Stwierdzam, że przedstawiony jako osiągnięcie naukowe dr inż. Natalii Joanny Makuch - Dziarskiej cykl 15 powiązanych tematycznie artykułów, dotyczących trzech wybranych procesów borowania dyfuzyjnego, licznie cytowanych, spełnia ustawowe kryteria i może być podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

### **Ocena aktywności naukowej**

Zainteresowania naukowe dr inż. Natalii Joanny Makuch–Dziarskiej przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych w 2013 roku skupiają się głównie na procesie borowania gazowego i jego modyfikacji w procesach boronawęglania, jak też obróbki laserowej wytwarzanych warstw powierzchniowych w tych metodach inżynierii powierzchni i procesie nawęglania stali. Efektem tych prac było współautorstwo 4 artykułów w czasopismach z listy JCR: Journal of Solid State, Chemistry, Optics and Laser Technology, Materials Characterization, Materials Science and Engineering oraz 5 publikacji w Inżynierii Materiałowej, jednej publikacji w materiałach konferencyjnych oraz finalnie rozprawy doktorskiej obronionej w 2013 roku, dotyczącej dwustopniowego procesu borowania gazowego w atmosferze reaktywnej  $N_2-H_2-BCl_3$ . Sumaryczny wskaźnik Impact Factor tych publikacji wynosi 9,097.



Tematyka ta, a szczególnie prace z zakresu badania procesów borowania gazowego, w tym również dwustopniowego, plazmowego w warunkach wyładowania jarzeniowego i borowania laserowego z wykorzystaniem past zastosowane w obróbce przede wszystkim niklu i jego stopów oraz stali austenitycznej, stanowiły główny kierunek działalności naukowo-badawczej Habilitantki po uzyskaniu stopnia doktora. Wyniki tej pracy naukowej, realizowanej w ramach projektów badawczych: dwóch projektów MNiSW przed nadaniem stopnia naukowego doktora nauk technicznych - w jednym jako kierownik projektu, czterech po uzyskaniu stopnia doktora, w tym trzech jako kierownik projektu: NCN-2 ( Preludium, Sonata), jednego MNiSW oraz jako wykonawca w projekcie Programu Operacyjnego- Innowacyjna Gospodarka realizowanego w latach 2011-2015, w pracach własnych w ramach Politechniki Poznańskiej, współpracy badawczej z ośrodkami krajowymi i zagranicznymi( Universite des Sciences et de la Technologie Houari Bourmediene, Departament of Materials Science (Algier) w Algierii, Afyon Kocatepe Universitesi, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Faculty of Technology w Afyonkarahisar w Turcji, Instytut Mechaniki Precyzyjnej w Warszawie), przedstawiła na 12 konferencjach krajowych i międzynarodowych (ośmiu po doktoracie) i w 49 publikacjach po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych, w tym 32 opublikowanych w czasopismach z listy JCR, tj. oprócz w/w czasopism, zawierających publikacje, stanowiące osiągnięcie naukowe Habilitantki, w takich jak: Wear, Physics of Metals and Metallography, Coatings, Metals, Thin Solid Films, czy też w recenzowanych czasopismach bez współczynnika IF oraz w recenzowanych materiałach konferencyjnych o sumarycznym IF: 79,764.

Łączny dorobek publikacyjny dr inż. Natalii J. Makuch-Dziarskiej składa się z 60 artykułów o sumarycznym IF: 88.861. Podkreślić więc należy, że Habilitantka po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych powiększyła znacząco swój dorobek naukowy, działając w obszarze inżynierii materiałowej, a w szczególności w zakresie inżynierii powierzchni w tematyce metod borowania dyfuzyjnego. Prace te mają duży aspekt poznawczy i są licznie cytowane, tj.: według bazy SCOPUS - 453 ( bez autocytowań), Web of Science - 571, a bazy danych Google Scholar - 927, a Indeks Hirscha wynosi kolejno:  $h=17$ , 17 i 24. Dr inż. Natalia Joanna Makuch-Dziarska uczestniczyła w trzech projektach realizowanych dla jednostek przemysłowych w zakresie doboru i badania właściwości materiałów, brała również udział w zespołach eksperckich realizujących badania dla firm: H. Cegielski, Tesgas S.A. i Stal-Warsztat.

Na podkreślenie zasługują otrzymane przez Habilitantkę stypendia naukowe:

- stypendium dla wybitnych młodych naukowców, finansowane przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w okresie 28.10.2015-30.09.2018r.,
- stypendium START finansowane przez Fundację na Rzecz Nauki Polskiej w latach 2016/2017,
- stypendium Inżynier Przyszłości, wzmocnienie potencjału dydaktycznego Politechniki Poznańskiej. Projekt współfinansowany przez UE w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego w okresie 1.08.2014-31.01.2015r.

Dr inż. Natalia Joanna Makuch-Dziarska była w latach 2017-2020 recenzentem 41 artykułów w czasopismach o zasięgu międzynarodowym, uczestniczyła w 9 szkoleniach ( 8 po nadaniu stopnia doktora nauk technicznych) podwyższających Jej kwalifikacje zawodowe; brała udział w czterech programach europejskich finansowanych ze środków Programu Operacyjnego



Kapitał Ludzki z Europejskiego Funduszu Społecznego; uczestniczyła we współpracy z ośrodkami krajowymi i zagranicznymi, której efektem było 10 publikacji. Habilitantka jest członkiem Polskiego Towarzystwa Materiałoznawczego, za działalność naukową otrzymała szereg nagród Rektora Politechniki Poznańskiej.

Oceniając całokształt aktywności naukowej zgodnie z Rozporządzeniem MNiSW z dnia 1.09.2011r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz.U.nr 196, poz. 1165) można stwierdzić, że dr inż. Natalia Joanna Makuch–Dziarska spełnia te kryteria. Podkreślić należy, że dorobek naukowy Habilitantki - o dużym znaczeniu poznawczym - został znacząco powiększony po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych. Z przedstawionych danych dotyczących aktywności naukowej Habilitantki ukazuje się sylwetka pracownika naukowego konsekwentnie rozszerzającego swoje zainteresowania naukowo-badawcze, charakteryzującego się inicjatywą w działalności naukowej, którego dorobek jest oryginalny oraz widoczny w środowisku naukowym w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

### **Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej**

Dr inż. Natalia Makuch–Dziarska w ramach obowiązków dydaktycznych na stanowiskach asystenta w latach 2012-2015, a następnie do chwili obecnej -adiunkta , prowadziła i prowadzi zajęcia laboratoryjne, ćwiczenia i wykłady z przedmiotów mieszczących się w obszarach inżynierii materiałowej (Podstawy nauki o materiałach, Komputerowe wspomaganie w inżynierii materiałowej, Termodynamika techniczna, Inżynieria powierzchni metali i stopów, Optymalizacja właściwości i zastosowań stali, Stopy odporne na korozję, Obróbka cieplna i spawalnictwo, Nauka o materiałach z elementami chemii , Materiałoznawstwo) na kierunkach studiów: Inżynieria materiałowa, , Inżynieria biomedyczna , Zarządzanie i inżynieria produkcji, Edukacja techniczno-informatyczna, Mechanika i budowa maszyn, Mechatronika. Od 2018 roku nadzoruje pracę Laboratorium badań właściwości nanomechanicznych. Dr inż. Natalia Makuch-Dziarska jest promotorem pomocniczym dwóch prac doktorskich w dyscyplinie Budowa i eksploatacja maszyn, była promotorem 17 prac magisterskich w dyscyplinie inżynieria materiałowa, 2 w dyscyplinie Zarządzanie i inżynieria produkcji oraz 1 w dyscyplinie Mechanika i budowa maszyn, ściśle związanych z Jej tematyką badawczą oraz 27 prac inżynierskich. Podkreślić należy, że w roku akademickim 2017/2018 oraz 2018/2019 dr inż. N. Makuch-Dziarska była w gronie najlepiej ocenianych nauczycieli akademickich, kolejno na Wydziale Budowy Maszyn i Zarządzania (ocena studentów studiów niestacjonarnych) i Wydziale Inżynierii Mechanicznej. Habilitantka aktywnie uczestniczyła i uczestniczy w działalności organizacyjnej macierzystego Wydziału Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej pełniąc różne funkcje, m.in. członka Rady Wydziału, Dziekańskiej Komisji ds. Naukowych, współorganizatora (po stronie Politechniki Poznańskiej) czterech warsztatów z możliwości badawczych takich urządzeń jak: optyczny profilometr, nanotwardościomierz, maszyna wytrzymałościowa, organizowanych w Instytucie Inżynierii Materiałowej Politechniki Poznańskiej; była także członkiem Komitetu Organizacyjnego XXII Seminarium Polskiego Towarzystwa Materiałoznawczego. Od 7.09.2020 roku pełni funkcję pełnomocnika Dziekana



ds. Promocji Wydziału Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej, co m.in. realizuje poprzez organizowanie specjalnych form promocji np. cykl wykładów dla młodzieży. Wcześniej w latach 2012 i 2014 uczestniczyła w charakterze prelegenta w dwóch festiwalach Nauki Sztuki w Poznaniu pod patronatem Kolegium Rektorów miasta Poznania, Wojewody, Marszałka Województwa Wielkopolskiego i Prezydenta Poznania.

Działalność dydaktyczną, organizacyjną i popularyzatorską oceniam pozytywnie jako spełniającą wymagania w postępowaniu habilitacyjnym. Habilitantka ma znaczące osiągnięcia w zakresie kształcenia kadry naukowej, jest doświadczonym dydaktykiem oraz twórczym organizatorem procesu kształcenia.

#### **WNIOSEK KOŃCOWY**

**Na podstawie przedłożonego do oceny dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego stwierdzam, że osiągnięcia dr Natalii Makuch-Dziarskiej spełniają kryteria ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym, i mogą być podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria materiałowa.**

**W związku z tym wnioskuję do Komisji Habilitacyjnej i Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Poznańskiej o nadanie dr inż. Natalii Joanny Makuch- Dziarskiej stopnia doktora habilitowanego nauk inżynieryjno - technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa**

