

Dr hab. inż. Jerzy Robert Sobiecki – prof. uczelni
Wydział Inżynierii Materiałowej
Politechnika Warszawska

Warszawa 2024.01.03

RECENZJA

dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego
dr inż. Marcina Staszuka w postępowaniu habilitacyjnym
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa

Recenzja została wykonana na podstawie decyzji Rady Doskonałości Naukowej pismem z dnia 29.09.2023 nr DRKN.Z2.400.87.2023.

Ocena całokształtu dorobku Habilitanta dokonana została na podstawie dostarczonej dokumentacji zawierającej

- Dane wnioskodawcy (zał. 1)
- Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora (zał. 2)
- Autoreferat przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych (zał. 3)
- Wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa (zał. 4)
- Prace wchodzące w skład cyklu publikacji (zał. 5)
- Oświadczenia współautorów prac wchodzących w skład cyklu publikacji (zał. 6)
- Kopie oświadczeń dyplomów i umów (zał. 7)

1. Ogólna charakterystyka Habilitanta

Dr inż. Marcin Staszuk uzyskał tytuł zawodowy magistra inżyniera broniąc pracę dyplomową w 2004 r pt. „Symulacja procesu pomiaru twardości powłok TiN oraz TiC uzyskanych w procesie PVD za pomocą elementów skończonych”, zaś stopień doktora nauk technicznych w 2010 roku broniąc pracę doktorską pt. „Struktura i właściwości gradientowych powłok PVD i CVD na sialonach i węglkach spiekanych” zrealizowaną pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Leszka Dobrzańskiego na Wydziale Mechanicznym Technologicznym Politechniki Śląskiej. Praca została wyróżniona uchwałą Rady Wydziału. W tym samym roku został zatrudniony na stanowisku adiunkta naukowo-dydaktycznego na tymże Wydziale.

2. Ocena dorobku naukowego

2.1. Ocena osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe wynikające z art. 219 ust.1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” stanowiące podstawę ubiegania się o uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego dr inż. Marcin Staszuk przedstawił cykl 8 monotematycznych publikacji pod wspólnym tytułem „Kształtowanie struktury i własności warstw powierzchniowych materiałów inżynierskich w hybrydowych procesach łączących technologie PVD i ALD”

Na ten cykl składa się 6 artykułów wieloautorskich oraz 2 artykuły jednoautorskie. Sumaryczny współczynnik wpływu $IF = 27,088$, liczba punktów ministerialnych 730.

We wszystkich publikacjach dr inż. Marcin Staszuk jest pierwszym autorem a jego udział kształtuje się od 65 do 100%. Procentowy udział wszystkich współautorów wraz ze wskazaniem podjętych czynności został potwierdzony pisemnie.

Poprawa właściwości użytkowych elementów pokrytych powłokami uzyskanymi w procesie PVD obejmuje wzrost mikrotwardości, zmniejszenie współczynnika tarcia, podniesienie walorów estetycznych oraz polepszenie odporności korozyjnej. Jednakże powłoki wytwarzane technologią PVD posiadają niekorzystne cechy strukturalne np. nieciągłości w postaci zakrzepłych kropeł materiału źródła czy też kraterów. Dlatego też osiągnięcie poprawy odporności korozyjnej elementów poddanych tej metodzie nie zawsze się udaje. Technologia ALD natomiast pozwala na wytworzenie powłok pozbawionych defektów mikrostruktury co zapewnia poprawę tej właściwości. Z kolei właściwości mechaniczne tak wytworzonych warstw powierzchniowych są niezadawalające ze względu na ich małą grubość nie przekraczającą 1 mikrometra. Dlatego też ideę połączenia tych dwóch technologii PVD i ALD uważam za nowatorską i obiecującą pod względem poznawczym i aplikacyjnym. Ta idea wpisuje się doskonale w nowy trend, który występuje w inżynierii powierzchni a mianowicie stosowanie technologii hybrydowych polegających na sekwencyjnym stosowaniu dwóch lub więcej metod inżynierii powierzchni w celu wytworzeniu warstwy powierzchniowej o właściwościach nieosiągalnych przy zastosowaniu indywidualnych technik. Co więcej przyczepność powłok wytwarzanych metodą PVD do podłoża również pozostawia wiele do życzenia. Jest to związane przede wszystkim z brakiem adsorpcji chemicznej indywidualnych tworzących warstwę z obrabianych podłożem. Dlatego też próby wytworzenia międzywarstwy naniesionej bezpośrednio przed powłoką PVD uważam jak najbardziej celowe. To zagadnienie

- poprawa przyczepności powłok PVD do podłoża niemetalowego – przyświecało Habilitantowi w badaniach opublikowanych w najwcześniejszej pracy monotematycznego cyklu. Metoda ALD pozwalająca na otrzymanie półprzewodnikowego ZnO zapewniła polaryzację podłoża ze sialonowej ceramiki narzędziowej, która skutkowała wytworzeniem powłoki (Ti,Al)N metodą odparowania łukowego o znacznie lepszej przyczepności do podłoża w porównaniu do materiału bez powłoki tlenkowej. Autor pokusił się także o porównanie sił krytycznych dla podłoża z węglików spiekanych charakteryzujących się przewodnością elektryczną. Badania wykazały, że w tym przypadku zastosowanie międzywarstwy jest niecelowe gdyż siła krytyczna zmniejszyła się dwukrotnie. Trochę szkoda, że publikacja ta ograniczyła się jedynie do badań adhezji. Dlatego też dr inż. Marcin Staszuk słusznie podjął próbę rozszerzenia badań nad powłokami hybrydowymi w publikacji nr 2, które uzupełnił o badania mikrostrukturalne SEM, TEM i odporności na zużycie ściernie.

Kolejne prace dotyczą hybrydowych powłok ditlenku tytanu wytworzonych na stali 316L, stopie aluminium i stopach magnezu otrzymanych dwoma sekwencyjnie następującymi po sobie technologiami PVD i ALD. Celem tych prac była poprawa odporności korozyjnej materiału podłoża. W badaniach na stali austenitycznej wykazano, że wytworzenie cienkiej powłoki TiO₂ metodą ALD na uprzednio wytworzonej takiej samej powłoce tlenkowej metodą PVD poprawia odporność korozyjną, a przyczyną takiego stanu rzeczy jest amorficzny charakter wierzchniej powłoki tlenkowej. Nastąpiła także poprawa odporności na zużycie przez tarcie. W kolejnej pracy (4) zbadano możliwość zastosowania powłoki tlenkowej do ochrony przed korozją stopu aluminium typu Al-Si-Cu. Wyniki badań korozyjnych porównano do powłok tlenkowych wytworzonych w pojedynczych procesach PVD i ALD. W pracy przedstawiono kompletne badania mikrostrukturalne SEM, TEM, EDS i AFM oraz badania właściwości korozyjnych, tribologicznych i fizykochemicznych. Wykazano, że tlenek tytanu wytworzony metodą MSPVD wykazuje strukturę krystalograficzną rutylu, a niedoskonałości mikrostrukturalne tej powłoki są niwelowane poprzez jednorodną amorficzną warstwę TiO₂ otrzymaną w procesie ALD powodując zdecydowaną poprawę odporności korozyjnej. Należy zaznaczyć, że pojedyncza warstwa tlenkowa otrzymana metodą ALD również poprawia odporność korozyjną podłoża, jednakże w mniejszym stopniu. Podobne zależności otrzymano w pracy 5 gdzie powłoki tego typu wytwarzano na stopach magnezu AE 42 i LAE442. Najlepsze właściwości antykorozyjne wykazała powłoka wieloskładnikowa z powierzchniową warstwą tlenków glinu i tytanu wytworzonych metodą ALD. W pracy tej zbadano wpływ dodatku litu do podłoża na mikrostrukturę i właściwości korozyjne wytworzonych powłok. Stwierdzono, że bezlitowe stopy magnezu pokryte badanymi powłokami są hydrofobowe, a pokrywane stopy z litem

hydrofilowe. Odpowiedzialna za ten fakt jest warstwa tlenku glinu, która na podłożu bez litu przyjmuje postać amorficznej warstwy. Z kolei lit z podłoża dyfunduje do warstwy tlenku glinu zmieniając jej morfologię, co korzystnie wpływając na poprawę odporności korozyjnej. Podobna tematyka występuje w kolejnych publikacjach 6-8, gdzie wierzchnie powłoki tlenku cynku i tlenku tytanu mają za zadanie podwyższyć odporność na korozję oraz na zużycie ściernie. Praca 6 dotyczyła hybrydowych powłok $\text{CrN} + \text{Cr}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ otrzymanych na stali 316L. W niej Habilitant zbadał wpływ grubości powłoki tlenku tytanu otrzymanej metodą ALD na odporność korozyjną podłoża. Wykazał, że cienkie powłoki tlenku tytanu wytworzone przy ilości cykli odpowiednio 200 i 500 wykazują amorficzną budowę, zaś w grubszej powłoce otrzymanej przy 1000 cyklach w amorficznej osnowie zidentyfikowano krystaliczną formę anatazu. Dlatego też największy wzrost odporności korozyjnej zaobserwowano dla powłoki otrzymanej przy 500 cyklach. Natomiast w pracy 7 Habilitant powrócił do powłoki tlenku cynku wytworzonej metodą ALD przy czym została ona wytworzona nie jako międzywarstwa tak jak było to w pracach 1 i 2 ale jako wierzchnia powłoka na azotku tytanu otrzymanym metodą PVD. Tu także podłożem była stal 316L. W tej pracy dr inż. Marcin Staszuk potwierdził wpływ ilości cykli a więc grubości powłoki tlenkowej na odporność korozyjną oraz odporność na zużycie przez tarcie hybrydowej powłoki TiN/ZnO . Stwierdził, że najcieńsza powłoka o grubości 90 nm wytworzona przy 500 cyklach zapewnia najlepszą odporność korozyjną i najlepsze właściwości tribologiczne. Brakuje tu zdaniem recenzenta analizy jak jeszcze obniżenie grubości wpłynie na właściwości elektrochemiczne układu, tym bardziej że w pracy 6 stosowano 200 cykli do otrzymania powłoki ALD z także dobrym skutkiem ochronnym. Ostatnia praca cyklu publikacji dotyczy powłok CrN/TiO_2 wytworzonych na stopie aluminium Al-Si-Cu. Oceniam tą pracę najslabiej gdyż jest ona powtórzeniem badań wykonanych w pracy 6. Zmieniono podłoża ze stali 316L na stop aluminium oraz zrezygnowano z warstwy tlenku chromu wytworzonego uprzednio metodą PVD. Otrzymano bardzo podobne rezultaty. Najlepszą odpornością korozyjną odznaczała się warstwa wytworzona przy 500 cyklach nieznacznie ustępując cieńszej warstwie wytworzonej przy 200 cyklach a wnioski zaprezentowane w pracy pokrywają się z wnioskami w pracy 6. Trudno byłoby podejrzewać, że zmiana podłoża może skutkować zmianą budowy wierzchniej warstwy tlenkowej. W podsumowaniu tej części recenzji stwierdzam, że osiągnięcia naukowe wymienione w autoreferacie przez Habilitanta stanowią istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa. Zaliczam do nich

- uzyskanie wysokiej przyczepności powłok PVD do podłoża ceramicznego poprzez zastosowanie międzywarstwy tlenkowej ZnO pozwalającej na jego polaryzację,

- wykazanie, że hybrydowe powłoki tlenkowe typu $\text{TiO}_2/\text{nanoTiO}_2$, $\text{Ti} + \text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ oraz azotkowo tlenkowe typu CrN/TiO_2 , $\text{CrN} + \text{Cr}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ oraz TiN/ZnO umożliwiają wzrost odporności korozyjnej pokrywanych stopów metali niemożliwy do uzyskania w oddzielnie stosowanych technologiach PVD i ALD,
- wskazanie zależności mikrostruktury i morfologii powłok tlenkowych wytworzonych na stopach magnezu od obecności składnika stopowego jakim jest lit
- określenie wpływu warunków syntezy powłok ALD (ilości cykli wpływającej na grubość) na strukturę i odporność korozyjną układu powłoka PVD/powłoka ALD.

2.2. Ocena aktywności naukowej

Dorobek publikacyjny dr inż. Marcina Staszuka z pominięciem monotematycznego cyklu publikacji po uzyskaniu stopnia doktora to jedna monografia, 8 rozdziałów w monografiach i 29 prac z listy A MNiSW oraz 6 prac poza listą A opublikowanych w latach 2010-2018. Od roku 2019 dr inż. Marcin Staszuk opublikował 20 artykułów z listy JCR oraz 13 artykułów w materiałach konferencyjnych. Swoje wyniki prezentował na 17 konferencjach krajowych i międzynarodowych w formie referatów (9) i plakatów.

Sumaryczny współczynnik wpływu $IF = 92,784$, liczba cytowań (bez autocytowań) 263, indeks $H = 11$ wg Web of Science. Habilitant brał udział w trzech projektach badawczych finansowanych przez NCN jako główny wykonawca. Obecnie jest wykonawcą w projekcie finansowanym przez NCBiR. Niestety nie kierował projektem badawczym finansowym poza macierzystą jednostką pomimo składania wielu wniosków.

Jego aktywność naukowa w więcej niż jednej uczelni i instytucji naukowej jest w mojej ocenie bardzo duża. Przed doktoratem w roku 2005 odbył 5 miesięczny staż naukowy w Portugalii, zaś po doktoracie nawiązał współpracę z prof. Křížem z Uniwersytetu Zachodnioczeskiego w Pilźnie, która jest kontynuowana do dnia dzisiejszego. W ramach tej współpracy w latach 2012-2013 zrealizował projekt pt. „Research of the wear resistant PVD coatings deposited on the sintered tool materials” jako stypendysta stypendium wyszehradzkiego. Kolejny tego typu projekt zrealizował w latach 2020-2021. Owocem tej współpracy obok publikacji jest 5 staży naukowych odbytych w Czechach. W 2017 roku odbył dwutygodniowy staż naukowy w NCBJ w Świerku. Jest recenzentem publikacji w renomowanych czasopismach naukowych. Jest także współautorem dwóch patentów.

Biorąc po uwagę powyższe uważam, że Habilitant reprezentuje dobry poziom aktywności naukowej.

3. Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego

Habilitant ma bardzo duże doświadczenie dydaktyczne. Jest odpowiedzialny za przygotowanie i realizację zajęć z wielu przedmiotów na kierunkach: Nanotechnologia i Technologie Procesów Materiałowych, Mechanika i Budowa Maszyn, Inżynieria Materiałowa, Inżynieria Produkcji i Zarządzanie oraz Informatyka Stosowana z Komputerową Nauką o Materiałach. Uczestniczył jako wykonawca w międzynarodowych i krajowych projektach dydaktycznych. Zrealizował zagraniczne staże dydaktyczne w ramach programów międzynarodowych ERASMUS i CEEPUS w Grecji, Czechach i Chorwacji. Był głównym opiekunem trzech projektów i opiekunem pomocniczym jednego projektu realizowanych jako Indywidualne Programy Studiów w formie Project Based Learning. Był opiekunem i promotorem 34 prac inżynierskich i magisterskich. Za działalność dydaktyczną otrzymał dwie Nagrody Rektora w 2013 i w 2020 r. Posiada także zaawansowaną działalność w obszarze popularyzacji nauki. Wielokrotnie brał udział w Nocy Naukowców, Dniach Otwartych na Wydziale Mechanicznym Technologicznym a w roku 2011 uczestniczył w Targach „Dzień Nauki i Przemysłu”.

4. Ocena dorobku organizacyjnego

Brał udział jako członek komitetu organizacyjnego międzynarodowej konferencji AMME 2011 oraz wielokrotnie w latach 2018-2023 w konferencjach krajowych „TalentDetektor”. W latach 2010-2013 był głównym koordynatorem projektu „Modernizacja i wyposażenie laboratoriów badania i kształtowania materiałów inżynierskich Politechniki Śląskiej w Gliwicach” dofinansowanego przez Unię Europejską. Do jego obowiązków należało przygotowanie dokumentacji przetargowej w ponad 20 procedurach przetargowych. W latach 2015-2019 pełnił funkcję Zastępcy Kierownika Laboratorium Badania Materiałów w Instytucie Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych. Oprócz tego był opiekunem dwóch pracowni laboratoryjnych: Pracowni Mikroskopii Sił Atomowych i Pracowni Nanorurek i Nanomateriałów. Opiekunem tej drugiej jest do chwili obecnej. Podkreślić należy, że za działalność organizacyjną otrzymał pięć nagród Rektora. (cztery pierwszego stopnia i jedną trzeciego stopnia)

5. Podsumowanie

W związku z pozytywną oceną osiągnięć naukowych oraz innej działalności naukowej jak również pozytywną oceną działalności dydaktycznej oraz organizacyjnej stwierdzam, że dr inż. Marcin Staszuk spełnia wymagania stawiane osobom ubiegającym się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria materiałowa i na tej podstawie wnoszę o dopuszczenie dr inż. Marcina Staszuka do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

