

Warszawa, 29-03-2021

**Recenzja habilitacyjna dorobku naukowego, dydaktycznego i
popularyzatorskiego dr Wojciecha Jerzego Stępniewskiego adiunkta Wydziału
Nowych Technologii i Chemii WAT w Warszawie**

Odpowiadając na decyzję Rady Doskonałości Naukowej oraz Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Wojskowej Akademii Technicznej o powołaniu mnie do komisji habilitacyjnej jako recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym przedstawiam recenzję dorobku naukowego, działalności dydaktycznej i popularyzatorskiej dr Wojciecha J. Stępniewskiego, pracownika naukowego Wydziału Nowych Technologii i Chemii. Recenzja będzie składać się z następujących punktów: sylwetki naukowej habilitanta, oceny osiągnięć naukowych, oceny pozostałego dorobku naukowego, oceny działalności dydaktycznej i popularyzatorskiej oraz wniosków końcowych.

1. Sylwetka naukowa dr Wojciech Jerzy Stępniewski

Pan dr Wojciech Stępniewski uzyskała tytuł magistra w dyscyplinie chemia (specjalność chemia fizyczna) w 2007 r. na Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie. Promotorem pracy magisterskiej był prof. dr hab. Grzegorz D. Sulka, a temat pracy związany był z procesami anodyzacji aluminium w kwasie szczawiowym prowadzącymi do formowania wysoce uporządkowanych nanostruktur tlenku aluminium. Kolejnym etapem w rozwoju naukowym habilitanta było otrzymanie stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa na Wydziale Nowych Technologii i Chemii WAT w Warszawie w roku 2013 na podstawie dysertacji „*Nanostrukturalne Al_2O_3 otrzymywane metodą elektrochemicznej anodyzacji*”. Promotorem pracy był Pan prof. dr hab. inż. Zbigniew Bojar. W tym samym roku Pan dr Wojciech Stępniewski został zatrudniony na Wydziale Nowych Technologii i Chemii WAT na stanowisku adiunkta (pracownik naukowo-dydaktyczny). W kolejnych latach Pan dr Stępniewski odbył dwa staże naukowe w dwóch ośrodkach zagranicznych. W latach 2016 – 2017 pracował jako pos-doc na Wydziale Mechaniki, Inżynierii Morskiej i Materiałowej w Technicznym Uniwersytecie w Delft (Holandia), a w okresie pomiędzy styczniem 2018 a listopadem 2019 na Wydziale Inżynierii Materiałowej, Lehigh University, Bethlehem (USA). W 2020 r. powrócił na stanowisko adiunkta na Wydziale Nowych Technologii i Chemii WAT. Biorąc pod uwagę poszczególne etapy rozwoju kariery naukowej habilitanta można wyraźnie dostrzec jego zainteresowania badawcze, które skierowane był na zagadnienia związane z utlenianiem anodowym i pasywacją różnych materiałów funkcjonalnych i konstrukcyjnych. Całokształt prowadzonych prac w okresie od 2013 roku do 2020 stanowił podstawę do ubiegania się przez Pana dr Wojciecha Stępniewskiego tytułu doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

2. Omówienie i opinia osiągnięć naukowych.

Jako osiągnięcie naukowe Pan dr Wojciech Stępniewski przedstawił cykl publikacji powiązanych tematycznie pod wspólnym tytułem „Inżynieria nanostrukturalnych, anodowych powłok tlenkowych”, które wg. mojej opinii mają istotny wkład autora w rozwój nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa, biorąc pod uwagę ich przedmiot badań i zasięg aplikacyjny. Zasadniczy materiał habilitacyjny składa się z dziewiętnastu prac opublikowanych (lista H) w czasopismach, które znajdują się na liście JCR (Journal Citation Reports). Najważniejsze wnioski płynące z tego cyklu publikacji zostały podsumowane w autoreferacie, w którym autor, co jakiś czas podkreślał, co jest jego istotnym wkładem i nowatorskim podejściem w prowadzonych badaniach. Przedstawiony cykl publikacji do postępowania habilitacyjnego stanowi dość spójny materiał, którego kluczem są procesy elektrochemiczne utleniania anodowego i pasywacji dwóch metali: aluminium i miedzi. Pomimo zastosowania w swojej istocie podobnych procesów, można wyraźnie dostrzec, że prowadzą one do formowania odmiennych nanostruktur w postaci nanoporowatych powłok tlenkowych, bądź nanoigieł, nanodrutów. Wysoce uporządkowane nanostruktury tlenku aluminium stanowią pewnego rodzaju kontynuację myśli badań naukowych habilitanta począwszy od pracy magisterskiej. Te systematyczne badania w czasie, przez różne etapy rozwoju kariery naukowej, pozwoliły habilitantowi na wytypowanie takich zagadnień w zakresie anodyzacji aluminium, które okazały się mało poznane w literaturze. Dzięki tym pracom, oprócz badań podstawowych wpływu warunków prądowo-napięciowych (gęstość prądu, napięcie) rodzaju elektrolitu (skład), temperatury elektrolitu na formowanie się nanoporowatych powłok tlenkowych na Al, Pan dr Wojciech Stępniewski wykazał istotną zależność wpływu innych parametrów procesu na wzrostu tworzących się warstw uwzględniając lepkość elektrolitu oraz związaną z tym ruchliwość jonów [publikacje od H1 do H5]. Pozwoliło to na stwierdzenie, że w określonych warunkach możliwy jest szybszy wzrost anodowego tlenku aluminium, a także możliwość kształtowania morfologii poprzez kontrolowanie odległości pomiędzy nanoporami bez istotnej zmiany ich średnicy. Ponadto Pan dr Stępniewski wykazał, że wzrost tego typu warstw tlenkowych może być także hamowany w ściśle określonych warunkach, kontrolując skład elektrolitu. Towarzyszy temu procesowi wzrost grubości warstwy zaporowej pomiędzy tlenkiem a metalicznym podłożem [H5]. Te obserwacje eksperymentalne okazały się niezwykle przydatne

przy projektowaniu szablonów z tlenku aluminium do wytwarzania innych nanomateriałów np. w postaci nanodrutów, nanorurek. Poważnym wyzwaniem w procesie nanofabrykacji nowych materiałów z wykorzystaniem szablonów tlenku aluminium jest pocienianie warstwy zaporowej, która nie może być zbyt gruba. Nowatorskim rozwiązaniem tego problemu przez habilitanta było zastosowanie elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej, która umożliwiła ocenę średniej grubości warstwy zaporowej na dnie porów. Ocena ta pozwoliła na optymalizację elektrochemicznego procesu pocieniania warstwy zaporowej prowadzącej do otrzymania membran z anodowego tlenku aluminium [H11, H12]. Co najmniej równie istotnym aspektem w badaniach podstawowych nad anodowym tlenkiem aluminium był dla habilitanta wpływ stanu powierzchni podłoża (aluminium) na wzrost tlenku. Wykazał on, że obróbka laserowa nie ma istotnego wpływu na grubość formowanych warstw oraz ich morfologię. Natomiast obróbka plastyczna na zimno (zgniot 80%) prowadzi do zmiany heksagonalnej symetrii wysoce uporządkowanych warstw tlenkowych, czyli pogorszenia stopnia uporządkowania nanoporów [H6, H7]. Aby ocenić stopień uporządkowania otrzymanych nanostruktur w sposób ilościowy Pan dr Wojciech Stępniewski zaproponował modyfikację powszechnie stosowanej w tym celu metody opierającej się na analizie profili intensywności, w heksagonalnych kierunkach szybkich transformat Fouriera (FFT) obrazów SEM poprzez wprowadzenie odpowiednich współczynników korekcyjnych, które uwzględniały wpływ liczby porów, pola powierzchni analizowanego obrazu i porowatości. Dzięki temu habilitant otrzymał poprawę wartości współczynnika regularności, dzięki czemu otrzymane wyniki były bardziej porównywalne ze sobą [H8-H10]. Odrębnym zagadnieniem, które zostało włączone do dorobku naukowego habilitanta była tematyka związana z pasywacją, anodowym utlenianiem miedzi. Ten całkowicie inny w swoim zachowaniu elektrochemicznym metal stanowił pewnego rodzaju wyzwanie w procesach utleniania, które prowadziły do formowania odmiennych nanostruktur, niż w przypadku aluminium. Jest to związane z inną reaktywnością Cu, mechanizmem utleniania, właściwościami katalitycznymi tego metalu, stabilnością i trwałością tworzących się tlenków. Jak habilitant wielokrotnie podkreślał w zbiorze publikacji w tym zakresie [H13-H19] pasywacja Cu prowadzi do powstawania tlenków o złożonym składzie (różny stopień utlenienia miedzi), ze względu na nietypowy proces utleniania anodowego i jego złożoność, co zostało

zaobserwowane m.in. na krzywych CV. Ponadto złożony skład otrzymanych struktur został potwierdzony na zarejestrowanych widmach XRD. Badania strukturalne wykazały, że otrzymane tlenki Cu posiadają krystaliczną budowę, w przeciwieństwie do tlenków aluminium. Natomiast spektroskopia XPS dowiodła koegzystencji trzech form wiązań Cu-O w postaci: Cu_2O , CuO oraz $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Ciekawym aspektem badań prowadzonych w zakresie utleniania anodowego Cu był wpływ zużycia elektrolitu na morfologię, skład chemiczny i fazowy powstających tlenków. Autor zaobserwował, że im więcej jest cykli zużycia elektrolitu tym otrzymywano mniejszą średnicę nanonodrutów. Podsumowując tą część recenzji można dostrzec, że przedstawiony materiał do habilitacji dzieli się na kilka ogólnych podobszarów: badania podstawowe anodowego tlenku aluminium, ilościowa ocena stopnia uporządkowania tlenku aluminium, nanofabrykacja nowych nanomateriałów w oparciu o szablony z tlenku aluminium oraz procesy utleniania i pasywacji miedzi. Wszystkie przedstawione prace [H1 – H19] wpisują się w nurt badań materiałowych w dyscyplinie inżynieria materiałowa, a główny nacisk położony jest na zagadnienia z dziedziny fizykochemii powierzchni materiałów. Do realizacji tych prac wykorzystano liczne metody badawcze jak: mikroskopia SEM, TEM, badania strukturalne XRD, spektroskopia XPS oraz liczne metody elektrochemiczne, które stanowiły punkt wspólny wszystkich badań. Dzięki zastosowaniu metod elektrochemicznych możliwe było formowanie nanostrukturalnych powłok oraz nanomateriałów o specyficznych właściwościach, które mają konkretne zastosowanie w naukach inżynieryjno-technicznych np. szablony do nanofabrykacji. Szczegółowa charakterystyka otrzymanych powłok metodami ilościowymi w oparciu o FFT pozwoliła na określenie stopnia jednorodności warstw, a co za tym idzie powtarzalności stosowanych procesów elektrochemicznych. Niewątpliwie tak szerokie i szczegółowe podejście do tematyki prac pozwoliło Panu dr Wojciechowi Stępniewskiemu na wytypowanie optymalnych warunków formowania nanoporowatych warstw tlenku aluminium oraz anodowych nanostruktur tlenku miedzi z wykorzystaniem metod elektrochemicznych. Niemniej jednak w autoreferacie brak jest uzasadnienia dlaczego habilitant zdecydował się na takie przedstawienie osiągnięć naukowych, gdzie wyraźnie widać dwa różne obszary badawcze. Do badań wykorzystano dwa różne metale różniące się reaktywnością, a co za tym idzie powinowactwem do tlenu, entalpią tworzenia tlenków, stabilnością chemiczną, właściwościami

katalitycznymi, mechanizmem tworzenia warstw tlenkowych. Być może kilka słów wstępu pozwoliłoby na określenie wspólnego obszaru badawczego, który kształtował się na różnym etapie rozwoju kariery naukowej habilitanta. Uchybienie to nie ma jednak większego wpływu na jakość uzyskanych wyników naukowych. Otrzymane wyniki uważam za niezwykle cenne w odniesieniu do istniejącego stanu wiedzy z przedstawionej tematyki. Jedynym minusem opublikowanych wyników badań, jest brak rozważań odnośnie oceny stanu chemicznego miedzi – sygnał Cu2p metodą spektroskopii XPS. Recenzent zdaje sobie sprawę, że nie jest to łatwe do oceny, biorąc pod uwagę fakt, że różnica pomiędzy Cu¹⁺ a Cu²⁺ jest niewielka (około 1 eV). Niemniej jednak zachowując odpowiednim reżim przy dekonwolucji sygnału Cu2p dałoby się otrzymać pożądane informacje. Pomimo to, kierunek obrany w ocenie tych dwóch stanów chemicznych przez habilitanta jest jak najbardziej poprawny, bo skupia się na analizie pików O1s, pików Auger Cu oraz pików satelitarnych Cu2p [H14, H19]. Biorąc pod uwagę dane nauko-metryczne, sumaryczny współczynnik wpływu (IF) wg. aktualnych danych (marzec 2021) dla cyklu publikacji wynosi 69,419, co generuje średnią 3,654. Średnia punktów MNiSW wynosi około 77 pkt.. Obecnie całkowita liczba cytowań względem bazy Web of Science publikacji H1-H19 wynosi 380. W tym miejscu należy zaznaczyć, że prace ukazywały się na przestrzeni od 2013 do 2020 roku. Wszystkie prace były opublikowane w odpowiednich czasopiśmie branżowych taki jak: Materials Letters, Surface Coatings and Technology, Materials Characterization, Surfaces and Interfaces, Electrochimica Acta, Journal of Electroanalytical Chemistry, a habilitant był we wszystkich publikacjach pierwszym autorem i autorem korespondencyjnym. Oprócz cyklu publikacji wchodzących w skład dorobku naukowego o których mowa a art.219 ust.1 pkt.2 ustawy, habilitant przedstawił jako wykaz osiągnięć naukowych szereg innych publikacji, gdzie wiodącą rolę pełnił Pan dr Wojciech Stępniewski. Było to 6 publikacji, a ich zakres tematyczny był powiązany z cyklem publikacji habilitacyjnych. Ponadto, habilitant był współautorem 4 rozdziałów w monografiach po otrzymaniu stopnia naukowego doktora, a także 19 publikacji naukowych. Na szczególną uwagę zasługuje tu szereg publikacji, które dotyczyły zagadnień związanych z funkcjonalizacją intermetalicznych stopów FeAl. Przedstawiony dorobek naukowy świadczy o dużej samodzielności w prowadzeniu prac naukowych i podejmowaniu nowych wyzwań badawczych przez habilitanta. Wiele z tych prac

powstało w wyniku współpracy naukowej pomiędzy różnymi ośrodkami w Kraju i za granicą ze szczególnym naciskiem na Lehigh University, Bethlehem (USA). Na całokształt dorobku naukowego habilitanta wg. bazy Scopus składa się 59 publikacji, przy cytawalności prac na poziomie 1470, co generuje indeks Hirscha 20. Podsumowując, w mojej opinii osiągnięcia naukowe habilitanta zasługują na pozytywną ocenę w wymiarze merytorycznym i formalnym. Cykl publikacji realizuje w sposób jasny i ambitny obszar zainteresowań naukowych Pana dr Wojciecha J. Stępniewskiego. Stwierdzam, że przedstawione osiągnięcia naukowe spełniają wymagania stawiane rozprawom habilitacyjnym i stanowią podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

3. Pozostały dorobek naukowy, działalność dydaktyczna i popularyzatorska

Obok osiągnięć naukowych w formie publikacji, monografii Pan dr Wojciech Stępniewski przedstawił szereg innych informacji o swojej działalności naukowej. Brał czynny udział w wielu konferencjach międzynarodowych, w tym trzykrotnie jako wykładowca zaproszony w ramach cyklicznej konferencji Aluminium Anodizing Council Conference (USA) w 2015, 2018 oraz 2019 roku. Ponadto był członkiem komitetu naukowego bądź organizacyjnego branżowych konferencji: Aluminium Anodizing Council Conference, Anodize it. Uczestniczył w realizacji projektów badawczych finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Narodowe Centrum Nauki jako wykonawca. W okresie pomiędzy 2016 a 2019 r., odbył dwa staże w bardzo dobrych zagranicznych instytucjach naukowych jako post-do na Technicznym Uniwersytecie w Delft (Holandia), gdzie m.in. uczestniczył w realizacji projektu finansowanego przez UE (Clean Sky2 / H2020) oraz Lehigh University, Bethelam, USA (adjunct profesor). Pan dr Wojciech Stępniewski był także członkiem komitetów redakcyjnych czasopism naukowych takich jak: Materials (2-krotnie), Current Nanoscience (2-krotnie) oraz Inżynieria Materiałowa. Wydania specjalne tych czasopism poświęcone były nanostrukturalnym tlenkom anodowym oraz materiałom intermetalicznym. Jest członkiem Polskiego Towarzystwa Materiałoznawczego i Stowarzyszenia Aluminium Anodizers. W zakresie działalności dydaktycznej habilitant był promotorem 4 prac inżynierskich, a także 2 magisterskich – Wojskowa Akademia Techniczna,

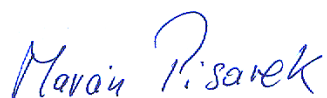
Lehigh University. Podczas stażu w Lehigh University habilitant miał również możliwość kierowaniem prac dwóch studentów (praca inżynierska, magisterska). Ponadto był zaangażowany w prowadzenie zajęć dla studentów kierunków: Inżynieria Materiałowa, Mechanika i Budowa Maszyn, Logistyka (WAT) w formie wykładów, ćwiczeń laboratoryjnych. Również dydaktyką zajmował się podczas swoich staży naukowych: ćwiczenia laboratoryjne z korozji materiałów, wykłady z podstaw inżynierii materiałowej, ćwiczeń rachunkowych. Pan dr Wojciech Stępniewski jest laureatem Narodowej Agencji Wymiany Akademickiej w konkursie Polskie Powroty (2019) jako kierownik projektu „Nanostructured anodic oxide grown on copper for carbon dioxide reduction reaction”. Po uzyskaniu stopnia doktora otrzymał także wiele nagród i wyróżnień jak: Stypendium Fundacji Kościuszkowskiej (2018), stypendium MNiSw dla Młodych Naukowców (2015-2018), Zespołową Nagrodę Rektora-Komendanta WAT (2016) oraz Stypendium Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej „Start” (2014). W ramach swojej bogatej działalności naukowej angażował się również w procesy recenzyjne ponad 80 prac naukowych, które ukazały się w czasopismach z list JCR jak: ACS Applied Materials and Interfaces, Electrochimica Acta, Surface Coatings and Technology, Chemistry Letters, Journal of Electroanalytical Chemistry, Optic Express, Materials Letters, The Journal of Physical Chemistry, Electrochemistry Communications, Journal of Alloys and Compounds, Applied Surface Science i wielu innych.

4. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę pozytywną ocenę osiągnięcia naukowego (cykl publikacji) oraz pozostałego dorobku naukowego (walory merytoryczne i formalne), a także szerokie doświadczenie dydaktyczne, badawcze stwierdzam, iż w mojej ocenie Pan dr Wojciech Jerzy Stępniewski spełnia ustawowe wymogi stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego (art. 221 ust. 4 i 5 ustawy z dn. 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz 85. Z późn. zm.)). Wniosuję

zatem o dopuszczenie Pana dr Wojciecha Stępniewskiego do dalszych etapów
zmierzających do nadania stopnia doktora habilitowanego.

Z poważaniem,



dr hab. inż. Marcin Pisarek, prof. IChF PAN