

Poznań, 4 stycznia 2024 r.

Prof. dr hab. inż. Michał Kulka
Politechnika Poznańska
Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej
Instytut Inżynierii Materiałowej

RECENZJA

**dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr. inż. Marcina Staszuka
w związku z ubieganiem się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk
inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria materiałowa,
na podstawie cyklu 8 publikacji pt.:**
**„Kształtowanie struktury i własności warstw powierzchniowych materiałów inżynierskich w
hybrydowych procesach łączących technologie PVD i ALD”**

Podstawą formalną opracowania recenzji jest Uchwała nr 123/2023 Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Śląskiej z dnia 24 października 2023 r. oraz pismo Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Śląskiej prof. dr hab. inż. Marii Sozańskiej z dnia 27.10.2023 r.

Podstawę prawną jej wykonania stanowi Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 r., poz. 1668 ze zm.), która w art. 219 formułuje wymagania stawiane osiągnięciom naukowym osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego.

Ocenę merytoryczną dorobku dr. inż. Marcina Staszuka opracowałem na podstawie następujących materiałów:

1. Wniosek przewodni.
2. Dane wnioskodawcy.
3. Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora.
4. Autoreferat.
5. Wykaz osiągnięć naukowych.
6. Prace wchodzące w skład cyklu publikacji.
7. Oświadczenia współautorów prac wchodzących w skład cyklu publikacji.
8. Kopie oświadczeń, dyplomów i umów.

1. Ogólna charakterystyka Habilitanta

Dr inż. Marcin Staszuk jest absolwentem kierunku Mechanika i Budowa Maszyn o specjalności Komputerowe wspomaganie w inżynierii materiałów metalowych na Wydziale Mechanicznym Technologicznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Tytuł zawodowy magistra inżyniera uzyskał w roku 2004, broniąc pracy magisterskiej pt. „Symulacja procesu pomiaru twardości powłok TiN oraz TiC uzyskanych w procesie PVD za pomocą metody elementów skończonych”, której promotorem był prof. dr hab. inż. Leszek A. Dobrzański. W listopadzie tego samego roku został słuchaczem dziennych studiów doktoranckich w Instytucie Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych na Wydziale Mechanicznym Technologicznym PŚ w dyscyplinie inżynieria materiałowa. Główna tematyka jego prac naukowo-badawczych realizowanych pod

opieką promotora prof. dr hab. inż. Leszka A. Dobrzańskiego dotyczyła technologii PVD i CVD stosowanych do poprawy właściwości eksploatacyjnych narzędzi ze spiekanych materiałów narzędziowych. W okresie studiów doktoranckich dr inż. Marcin Staszuk był współautorem 10 artykułów w czasopismach naukowych (w tym dwóch w czasopismach posiadających współczynnik wpływu Impact Factor) oraz 2 artykułów opublikowanych w materiałach konferencyjnych. W roku 2005 odbył **pięciomiesięczny staż naukowy w Uniwersytecie Minho w Portugalii w ramach programu Socrates/Erasmus**. W okresie studiów doktoranckich był członkiem komitetów organizacyjnych międzynarodowych konferencji naukowych w tym AMME'2006, CAM3S'2006, AMME'2008, AMME'2010 oraz światowych kongresów: COMMENT'2007 i COMMENT'2009 oraz uczestniczył w tych konferencjach naukowych o zasięgu krajowym i międzynarodowym, np.: AMME'2006, AMME'2008, XXXVII Szkoła Inżynierii Materiałowej 2009, czy też w światowych kongresach: COMMENT'2007 i COMMENT'2009. W latach 2005-2010 brał udział w pracach badawczych prowadzonych w Instytucie Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych w ramach badań własnych i badań kierunkowych. Otrzymał Zespołową Nagrodę Rektora I stopnia za osiągnięcia naukowe. W roku 2009 został zatrudniony jako asystent naukowo badawczy w Instytucie Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych na Wydziale Mechanicznym Technologicznym PŚ.

Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa został mu nadany 2 czerwca 2010 r. uchwałą Rady Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki Śląskiej. **Tematem jego rozprawy doktorskiej brzmiał: „Struktura i własności gradientowych powłok PVD i CVD na sialonach i węglkach spiekanych”**. Promotorem rozprawy był prof. dr hab. inż. Leszek A. Dobrzański, a jej recenzentami: prof. dr hab. inż. Jerzy Pacyna i dr hab. inż. Jerzy Stobrawa, prof. PŚ. **Rozprawa została wyróżniona przez Radę Wydziału Mechanicznego Technologicznego**. W pracy przedstawiono modele sztucznych sieci neuronowych ujmujące zależności pomiędzy badanymi właściwościami, tj. pomiędzy trwałością pokrywanych ostrzy i własnościami powłok. Wykazano, że trwałość eksploatacyjna ostrzy z ceramiki sialonowej i węglików spiekanych pokrywanych gradientowymi oraz wielowarstwowymi powłokami PVD i CVD zależy głównie od przyczepności powłok do podłoża, natomiast zmiana mikrotwardości powłok w zakresie od 2300 do 3500 HV0,05, wielkości ziarn oraz ich grubości w mniejszym stopniu wpływają na trwałość eksploatacyjną ostrzy. 1. sierpnia 2010 r. dr inż. Marcin Staszuk został zatrudniony na stanowisku adiunkta w Instytucie Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych na Wydziale Mechanicznym Technologicznym Politechniki Śląskiej. W październiku 2019 roku Instytut ten został przekształcony w Katedrę Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, w której Habilitant pracuje do chwili obecnej. **Po doktoracie główny nurt jego zainteresowań naukowo-badawczych obejmował zarówno aspekty technologiczne dotyczące wytwarzania warstw powierzchniowych metodami osadzania z fazy gazowej, w tym PVD, CVD i ALD, jak i metody charakteryzacji takich warstw**. Jako główny wykonawca lub wykonawca **brał udział w kilku projektach badawczych finansowanych w drodze konkursów**, m.in. 3. projektów finansowanych przez NCN i jednym projekcie finansowanym przez NCBiR. Był też wykonawcą w projekcie pt. „Wysokotemperaturowe materiały do zastosowań w silnikach rakietowych” finansowanym przez Europejską Agencję Kosmiczną (ESA). Jest również beneficjentem Rektorskiego Grantu Habilitacyjnego pt.: „Struktura i własności fizykochemiczne hybrydowych powłok uzyskiwanych metodami łączącymi fizyczne osadzanie z fazy gazowej (PVD) i atomowe osadzanie warstw (ALD)”. Był trzykrotnie beneficjentem konkursu projakościowego w obszarze badań naukowych

dla osób ubiegających się o stopień lub tytuł naukowy, ogłoszonego przez Dziekana Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki Śląskiej, co pozwoliło mu na sfinansowanie udziału w konferencji 24th International Conference on Materials and Technology w Słowenii w 2016 roku oraz 10th Symposium on Vacuum based Science and Technology w Kołobrzegu w 2017 roku oraz dwutygodniowego stażu w Narodowym Centrum Badań Jądrowych w Otwocku w 2017 roku. Za dotychczasową działalność naukową dr inż. Marcin Staszuk otrzymał wiele nagród, wyróżnień i medali, m.in. złote i srebrne medale na międzynarodowych targach wynalazczości, czy też Zespołowe Nagrody Rektora trzeciego stopnia za osiągnięcia naukowe.

2. Charakterystyka i ocena cyklu publikacji stanowiącego osiągnięcie naukowe

Wniosek dr. inż. Marcina Staszuka do Rady Doskonałości Naukowej o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa w punkcie 4. Autoreferatu zawiera opis osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust.1 pkt.2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.). Opis tych osiągnięć w postaci **cyklu 8 monotematycznych publikacji** Habilitant zatytułował „**Kształtowanie struktury i własności warstw powierzchniowych materiałów inżynierskich w hybrydowych procesach łączących technologie PVD i ALD**”. W skład cyklu wchodzi:

- **2 publikacje autorskie** [A6, A8],
- **6 publikacji współautorskich** [A1-A5, A7], w których Habilitant jest pierwszym autorem i autorem korespondencyjnym.

Habilitant załączył do wniosku kopie publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe będące podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, a także **oświadczenia własne oraz współautorów** wskazujące na wkład w powstanie tych publikacji. Na podkreślenie zasługuje fakt, że **wszystkie prace wchodzące w skład cyklu opublikowano w czasopiśmie posiadających współczynnik wpływu Impact Factor**. Z załączonych oświadczeń dotyczących wkładu poszczególnych autorów w publikacje współautorskie wynika, że w dwóch pracach udział Habilitanta wynosił 80%, w trzech kolejnych – 70%, a w jednej – 65 %, a swój wkład merytoryczny w powstanie publikacji współautorskich Habilitant scharakteryzował szczegółowo w Autoreferacie. **Należy zatem zauważyć, że wkład Habilitanta w realizację badań i tworzenie wszystkich tych współautorskich publikacji był niewątpliwie dominujący.** Habilitant **nie podał w wykazie publikacji wchodzących w skład cyklu liczby cytowań każdej z nich wg bazy Web of Science, czy Scopus.** Stosunkowo łatwo było to sprawdzić w bazie Scopus, która umożliwia odrzucenie samocytowań wszystkich współautorów tak, by liczba cytowań była bardziej miarodajnym wskaźnikiem zainteresowania opublikowanymi pracami w środowisku naukowym i wkładu autorów w rozwijaną tematykę badawczą. Okazało się, że **publikacje wymienione w cyklu były łącznie cytowane 45 razy wg bazy Scopus z wyłączeniem samocytowań wszystkich współautorów**, przy czym na tle innych wyróżnia się praca [A2] cytowana 24 razy. **Biorąc pod uwagę, że 6 prac cyklu publikacji opublikowano w ostatnich 3. latach, wskazuje to na istotne zainteresowanie ich treścią na arenie międzynarodowej i świadczy o istotnym wkładzie autorów w prezentowaną tematykę badawczą.**

Opis osiągnięcia zgłoszonego we wniosku Habilitant rozpoczął w Autoreferacie od zaprezentowania jego tytułu, wykazu prac tworzących cykl publikacji oraz krótkiej charakterystyki publikacji zamieszczonych w cyklu. Następnie, w punkcie 4.3 Autoreferatu (*Szczegółowa charakterystyka osiągnięć naukowych zawartych w cyklu publikacji A1-A8*), dr inż. Marcin Staszuk określił 3 obszary badawcze, w których mieszczą się jego osiągnięcia naukowe, a mianowicie:

- **Hybrydowe powłoki ALD/PVD na ceramicznych materiałach narzędziowych zapewniające dużą przyczepność do podłoża,**
- **Tlenkowe (bimodalne oraz wieloskładnikowe) hybrydowe powłoki PVD/ALD zapewniające korzystne właściwości elektrochemiczne,**
- **Azotkowo-tlenkowe powłoki PVD/ALD zapewniające korzystne właściwości elektrochemiczne i tribologiczne.**

Główny cel naukowy swoich badań Habilitant określił jako wyjaśnienie zjawisk fizykochemicznych zachodzących w wyniku osadzania powłok hybrydowych łączących technologie fizycznego osadzania z fazy gazowej PVD i atomowego osadzania warstw ALD na podłożach metalowych i ceramicznych oraz określenie ich wpływu na właściwości użytkowe. W części zatytułowanej „Aktualność podjętej tematyki badawczej” Habilitant uzasadnił podjęcie wskazanej tematyki badań wskazując, że ta tematyka badawcza znajduje się w centrum strategicznych kierunków badań naukowych w ramach Krajowych Inteligentnych Specjalizacji, tzw. KIS. Habilitant stwierdza, że w literaturze odnaleźć można publikacje dotyczące wytwarzania powłok hybrydowych PVD/ALD jednakże **brak jest kompleksowych badań ujmujących wpływ warunków osadzania powłok hybrydowych, w szczególności warunków syntezy warstwy ALD na właściwości fizyczne i elektrochemiczne uzyskiwanych powłok hybrydowych.** Następnie Habilitant definiuje pojęcie „hybrydowa technologia inżynierii powierzchni” i wskazuje na podstawie danych baz Web of Science i Scopus na szybko rosnącą liczbę publikacji dotyczących wytwarzania powłok hybrydowych w aspekcie poprawy odporności korozyjnej, odporności na zużycie i poprawy właściwości tribologicznych.

W kolejnych krokach dr inż. Marcin Staszuk przedstawia swoje osiągnięcia w trzech wspomnianych wyżej obszarach. W punkcie 4.3.1 *Hybrydowe powłoki ALD/PVD na ceramicznych materiałach narzędziowych zapewniające wysoką przyczepność do podłoża* stwierdza, że przyczepność powłok do podłoża jest jedną z najważniejszych właściwości powłok PVD i CVD determinującą właściwości użytkowe pokrywanych narzędzi skrawających. O ile zapewnienie odpowiedniej przyczepności powłok PVD do podłoża z materiałów konduktywnych takich, jak stale i węgliki spiekane nie stanowi problemu, o tyle zapewnienie odpowiedniej przyczepności do podłoża będącego izolatorem jak np. ceramika narzędziowa nie jest już takie oczywiste z powodu braku możliwości polaryzacji podłoża w trakcie trwającego procesu PVD. W związku z tym idea zaprezentowana w pracach [A1 i A2] zakładała **zastosowanie warstwy adhezyjnej ALD pomiędzy powłoką PVD i ceramicznym podłożem w celu zapewnienia możliwości polaryzacji ceramicznego podłoża w trakcie osadzania powłoki odpornej na zużycie typu PVD i zapewnienia jej dobrej przyczepności do podłoża.** W pracach przeanalizowano wpływ podwarstwy ALD tlenku cynku ZnO na przyczepność powłok PVD azotku tytan-aluminium (Ti,Al)N do podłoża zarówno z ceramiki sialonowej, jak i węglików spiekanych. W procesie hybrydowym najpierw uzyskano cienką warstwę tlenku cynku ZnO, która cechuje się przewodnictwem elektrycznym. Umożliwiło to polaryzację podłoża podczas osadzania powłoki typu (Ti,Al)N w procesie fizycznego osadzania z fazy gazowej PVD. **Otrzymane wyniki**

wskazują na wysoką skuteczność takiego rozwiązania w przypadku osadzania powłok na podłożach ceramicznych. Przyczepność powłoki hybrydowej do ceramiki sialonowej względem przyczepności powłoki PVD zwiększyła się o ponad 200%. Habilitant stwierdza, że uzyskanie pożądanych efektów potwierdziły obserwacje morfologii powłok w skaningowym mikroskopie elektronowym SEM oraz obserwacje uszkodzeń powstałych w wyniku badań tribologicznych. W przypadku powłoki (Ti,Al)N wytworzonej na ceramicznym podłożu zaobserwowano rozległe obszary delaminacji, a ścieżki wytarcia charakteryzowały się wykruszeniami i pęknięciami na brzegach ścieżek oraz na powierzchni powłok w obszarach przyległych do ścieżek wytarcia. **Natomiast powłoka hybrydowa ZnO/(Ti,Al)N cechowała się zwartą mikrostrukturą bez pęknięć i nieciągłości, a ścieżka wytarcia takiej powłoki powstawała jedynie na skutek mechanizmu ścierania.** Powłoka tlenku cynku na podłożu ceramicznym, zapewniająca polaryzację podłoża w początkowej fazie procesu osadzania powłoki PVD, sama ulega jednak degradacji w trakcie trwającego procesu PVD. Degradację podwarstwy wytworzonej metodą ALD pod powłoką PVD Habilitant potwierdził dla modelu hybrydowego TiO_2/WC na podłożu ze stopu aluminium Al-Si-Cu w innej swojej publikacji. **W przypadku powłok hybrydowych ALD/PVD ZnO/(Ti,Al)N wytwarzanych na podłożach z węglików spiekanych stwierdzono pogorszoną ich przyczepność do podłoża** w porównaniu do przyczepności powłok PVD (Ti,Al)N bez zastosowanej warstwy adhezyjnej ZnO [A1]. Szkoda, że Habilitant nie próbował wyjaśnić szerzej przyczyn takiego stanu rzeczy.

W punkcie 4.3.2 *Tlenkowe (bimodalne oraz wieloskładnikowe) hybrydowe powłoki PVD/ALD zapewniające wysokie własności elektrochemiczne* zaproponowano tlenkowe (w tym bimodalne) powłoki hybrydowe PVD/ALD w celu poprawy właściwości elektrochemicznych powierzchni stopów metali, w tym stali typu Cr-Ni-Mo (316L), stopu aluminium Al-Si-Cu oraz stopów magnezu Mg-(Li)-Al-RE (tj. AE42 i LAE442). Rozwiązanie zaproponowane w pracach [A3 - A5] zakładało, że **znaczną poprawę odporności na korozję powierzchni badanych stopów metali można uzyskać poprzez wytwarzanie (osadzanie) na ich powierzchni bimodalnych powłok typu $\text{TiO}_2/\text{nanoTiO}_2$ oraz powłok wieloskładnikowych $\text{Ti}+(\text{TiO}_2)/\text{Al}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$ uzyskanych hybrydową metodą łączącą technikę fizycznego osadzania z fazy gazowej z techniką osadzania warstw atomowych (PVD/ALD).** Habilitant zwraca uwagę, że kluczowy jest tu **mechanizm synergii, który umożliwia uzyskanie hybrydowych powłok tlenkowych PVD/ALD o własnościach elektrochemicznych niemożliwych do uzyskania każdą z użytych technologii oddzielnie.** Wskazuje też, że tlenek tytanu uzyskany metodą MSPVD wykazuje budowę krystaliczną, podczas gdy technologią ALD możliwe jest uzyskanie tlenku tytanu o budowie amorficznej, w zależności od warunków syntezy materiału powłokowego. Dobór warunków osadzania powłoki PVD/ALD był dwuetapowy. W pierwszym etapie dobrane zostały warunki osadzania warstwy nanoTiO_2 metodą ALD. W drugim etapie badano powłoki hybrydowe, w których zmienne były warunki syntezy powłoki TiO_2 MSPVD, a warstwę ALD osadzono przy wcześniej wyselekcjonowanych warunkach. Jako kryterium doboru przyjęto uzyskanie najwyższych własności elektrochemicznych, w szczególności oporu polaryzacyjnego R_{pol} i gęstości prądu korozji J_{corr} wyznaczanych metodą Tafela [A3]. Powłoki hybrydowe $\text{TiO}_2/\text{nanoTiO}_2$ wytwarzano na stali 316L zważywszy na jej potencjalne zastosowania biomedyczne oraz na stopie aluminium Al-Si-Cu. Habilitant podkreśla **kilkunastokrotny wzrost odporności korozyjnej materiałów metalowych pokrywanych powłokami hybrydowymi $\text{TiO}_2/\text{nanoTiO}_2$ w porównaniu do odporności korozyjnej materiałów bez pokrycia oraz pokrywanych oddzielnie w technologiach PVD lub ALD [A3, A4].** Wskazuje też na silną

zależność mikrostruktury oraz własności elektrochemicznych od warunków osadzania badanych powłok. Dr inż. Marcin Staszuk wyjaśnia przyczyny zwiększonej odporności korozyjnej powłok hybrydowych. Zauważa, że tlenek tytanu osadzany metodą rozpylania magnetronowego MSPVD wykazuje krystaliczną strukturę rutyłu o sieci heksagonalnej. Wielkość ziarn wytworzonego dwutlenku tytanu (TiO_2) jest zależna od czasu osadzania. Podwarstwa czystego tytanu między podłożem i TiO_2 również posiada krystaliczną strukturę $\text{Ti-}\alpha$. **Niedoskonałości mikrostrukturalne powłoki PVD w postaci granic ziarn są uszczelniane poprzez jednorodną warstwę amorficznego tlenku tytanu nakładaną na jej powierzchnię metodą ALD, co łącznie zapewnia uzyskanie bardzo korzystnych własności elektrochemicznych całego układu.** Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że tlenek tytanu wytworzony metodą ALD również zapewnia poprawę odporności korozyjnej chociaż w znacznie mniejszym stopniu niż to powłoki hybrydowe. Natomiast powłoka tlenku tytanu wytworzona metodą MSPVD nie poprawia odporności na korozję, a nawet ją pogarsza. Podobne zależności uzyskano w przypadku powłok na stopach magnezu AE42 i LAE442 [A5]. **Najlepsze właściwości antykorozyjne na tych podłożach wykazuje wieloskładnikowa powłoka hybrydowa $\text{Ti+TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$.** Powłoka otrzymana metodą MSPVD w tej pracy została oznaczona jako Ti+TiO_2 , a więc w oznaczeniu uwzględniono już podwarstwę tytanu, którą pominięto w oznaczeniu tej samej powłoki opisanej w pracach [A3 i A4]. W pracy [A5] wprowadzono kolejny parametr określający właściwości antykorozyjne, a mianowicie **skuteczność ochrony przed korozją P_e , który to parametr bazuje na ilorazie gęstości prądu korozyjnego J_{corr} powłoki do podłoża.** Habilitant analizował **wpływ litu w podłożu na mikrostrukturę i właściwości badanych powłok hybrydowych.** Okazało się, że bezlitowe stopy magnezu pokryte badanymi powłokami są hydrofobowe, a stopy magnezu z litem są hydrofilowe. Habilitant jako przyczynę wskazuje **wpływ warstwy tlenku aluminium na uzyskaną morfologię.** W powłokach na podłożu bezlitowym przyjmuje ona postać amorficznej warstwy Al_2O_3 jednak na podłożach z litem w wyniku dyfuzji litu z podłoża warstwa ta przyjmuje postać LiAl_xO_y , co istotnie wpływa na jej mikrostrukturę („piany morskiej”) i morfologię powierzchni. Ostatnia powłoka tlenku tytanu (czyli tzw. top coat) wytworzona metodą ALD wykazuje budowę amorficzną z dyspersyjnymi wydzieleniami krystalicznego tlenku tytanu. Habilitant stwierdza, że odporność powłok tlenkowych na zużycie nie jest zbyt duża, chociaż obecność powłoki wpływa na poprawę kontaktu tribologicznego próbek pokrytych w stosunku do niepokrytych poprzez zmniejszenie współczynnika tarcia pomiędzy powierzchnią, a przeciwpróbką z węglików spiekanych. W pracy [A5] wprowadzono parametr nazwany krytyczną ilością cykli C_c , czyli ilością cykli niezbędną do przetarcia powłoki do podłoża, gdzie jeden cykl to pełny obrót próbki podczas testu „ball-on-disc”.

W punkcie 4.3.3 *Azotkowo-tlenkowe powłoki PVD/ALD zapewniające wysokie własności elektrochemiczne i trybologiczne* Habilitant opisuje powłoki hybrydowe zapewniające z jednej strony dobrą odporność korozyjną, a z drugiej – dobrą odporność na zużycie. Rozwiązania zaproponowane w pracach [A6-A8] zakładają, że **znaczny wzrost odporności na korozję przy zachowaniu dużej odporności na ścieranie powierzchni stali austenitycznych Cr-Ni-Mo oraz stopów aluminium Al-Si-Cu można uzyskać poprzez synergiczne oddziaływanie powłok uzyskiwanych metodą fizycznego osadzania z fazy gazowej PVD typu TiN, CrN oraz $\text{CrN+Cr}_2\text{O}_3$ z warstwami TiO_2 o budowie amorficznej lub ZnO o budowie krystalicznej uzyskanymi metodą osadzania warstw atomowych ALD.** Habilitant wyodrębnił dwa rodzaje powłok przyjmując jako kryterium podziału zastosowany rodzaj warstwy ALD: powłoki hybrydowe z warstwą tlenku tytanu oraz powłoki hybrydowe z warstwą tlenku cynku. Badano

wpływ warunków syntezy tlenków metodą ALD w powłokach hybrydowych na ich strukturę i właściwości użytkowe, a w szczególności wpływ ilości cykli procesu ALD, podawanej przy oznaczeniach powłok w nawiasach, np. CrN/TiO₂(200) to hybrydowa powłoka składająca się, począwszy od podłoża, z powłoki CrN uzyskanej metodą PVD i z na niej osadzonej warstwy TiO₂ wytworzonej po 200 cyklach metody ALD. **Najlepsze własności elektrochemiczne powłok hybrydowych z tlenkiem tytanu na powierzchni wykazywały powłoki, w których TiO₂ wykonano w 500 cyklach ALD.** Okazało się, że warstwy TiO₂ uzyskane przy niskiej liczbie cykli ALD (200) wykazują budowę amorficzną, która ogranicza transport ładunków elektrycznych i wpływa na zmniejszenie prądu korozyjnego, przy 500 cyklach stwierdzono już występowanie zarodków fazy nanokrystalicznej, tzw. nanocrystalline level structure (NLS), a po 1000 cyklach występują już wyraźne krystaliczne ziarna anatazu, co w przypadku powłok hybrydowych zmniejsza efekt synergii, a więc właściwości elektrochemiczne ulegają pogorszeniu. Habilitant stwierdza, że przemiany w tych warstwach napędzane różnicą energii swobodnej pomiędzy poszczególnymi odmianami tlenku tytanu zachodzą w kierunku: faza amorficzna → anataz → rutil. **W przypadku hybrydowych powłok TiN/ZnO warstwa tlenku cynku nie wykazuje zależności strukturalnej od warunków osadzania tj. tlenek cynku w każdym przypadku jest krystaliczny.** Natomiast właściwości użytkowe takich powłok powiązane są z przyczepnością tlenku cynku do powłoki azotku tytanu [A7]. Habilitant podaje, że przyczepność warstwy ALD do PVD maleje wraz ze wzrostem ilości cykli, a więc ze wzrostem jej grubości. Dlatego też **najlepsze właściwości zarówno elektrochemiczne jak i tribologiczne wykazują powłoki TiN/ZnO(500),** w których tlenek ZnO uzyskano w najmniejszej liczbie cykli 500. Dla tej powłoki efekt synergii powodujący poprawę własności elektrochemicznych jest wyraźny. Habilitant wskazuje także, że oprócz powłok TiN/ZnO(500) korzystne właściwości tribologiczne wykazują wszystkie powłoki hybrydowe z osadzoną metodą ALD powłoką TiO₂.

W „Podsumowaniu” opisu cyklu 8 publikacji Habilitant wskazuje, że we wszystkich publikacjach był pomysłodawcą badań i autorem hipotezy badawczej oraz szczegółowo opisuje swój wkład w powstawanie tych publikacji. Następnie formułuje **6 najważniejszych osiągnięć rozpatrywanego cyklu publikacji:**

- Wykazanie, że możliwe jest uzyskanie wysokiej przyczepności powłok azotkowych typu (Ti,Al)N odpornych na zużycie tribologiczne osadzanych metodą katodowego odparowania łukiem elektrycznym na podłożu z ceramiki sialonowej, poprzez syntezę bezpośrednio na ceramicznym podłożu tlenku cynku ZnO metodą atomowego osadzania warstw ALD, co umożliwiałoby polaryzację podłoża podczas osadzania powłoki metodą PVD,
- Wykazanie, że osadzanie z zastosowaniem hybrydowych technologii PVD/ALD bimodalnych powłok tlenkowych typu TiO₂/nanoTiO₂ na podłożach ze stali 316L i stopów Al-Si-Cu oraz wieloskładnikowych powłok tlenkowych typu Ti+TiO₂/Al₂O₃+TiO₂ na podłożach ze stopów AE42 i LAE442 oraz azotkowo-tlenkowych powłok CrN/TiO₂, CrN+Cr₂O₃/TiO₂ i TiN/ZnO na podłożach ze stali 316L i stopów Al-Si-Cu umożliwia znaczną poprawę właściwości elektrochemicznych pokrywanych stopów metali,
- Określenie zależności mikrostruktury i morfologii wieloskładnikowych powłok tlenkowych typu Ti+TiO₂/Al₂O₃+TiO₂ oraz właściwości elektrochemicznych i fizykochemicznych (zwilżalności, energii napięcia powierzchniowego) powłok wieloskładnikowych od rodzaju użytego podłoża ze stopu magnezu, w szczególności od zawartości w nim litu lub jego braku,
- Określenie wpływu warunków syntezy tlenku tytanu metodą ALD w szczególności ilości cykli ALD w powłokach hybrydowych PVD/ALD typu CrN+Cr₂O₃/TiO₂ oraz CrN/TiO₂ na

mikrostrukturę i własności elektrochemiczne powierzchni pokrywanych podłoży odpowiednio stali 316L i stopu Al-Si-Cu,

- Wykazanie korzystnych właściwości tribologicznych hybrydowych powłok azotkowo-tlenkowych typu $\text{CrN}+\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ oraz CrN/TiO_2 na podłożach odpowiednio ze stali 316L i stopu aluminium Al-Si-Cu połączonych w korzystnymi właściwościami elektrochemicznymi tych powłok,
- Określenie wpływu warunków syntezy tlenku cynku metodą ALD w szczególności ilości cykli ALD w powłokach hybrydowych PVD/ALD typu TiN/ZnO na podłożu stali 316L na właściwości adhezyjne i tribologiczne badanych powłok.

W opisie osiągnięcia naukowego dr inż. Marcin Staszuk nie ustrzegł się pewnych błędów dotyczących głównie niezbyt fortunnych sformułowań, np.: przyczepność nie może być „wysoka”, lecz „duża”, podobnie własności, czy właściwości nie powinny być „wysokie”, a raczej „korzystne”, „dobre”, „zwiększone”, czy „poprawione”. Nie umniejsza to oczywiście wartości naukowej prezentowanych badań, ma tylko na celu zwrócenie przez Habilitanta większej uwagi w przyszłości na stosowane sformułowania podczas redagowania podobnych opracowań.

Przedstawiony jako osiągnięcie naukowe cykl publikacji jest dość spójny i w konsekwentny sposób prowadzi do sformułowania wniosków, które mają istotne znaczenie i wnoszą istotny wkład w rozwój inżynierii materiałowej, w szczególności w zakresie zastosowania hybrydowej obróbki powierzchniowej łączącej technologie PVD i ALD do kształtowania struktury i właściwości powłok wytwarzanych na materiałach inżynierskich.

3. Charakterystyka i ocena dorobku naukowo-badawczego

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych **dr inż. Marcin Staszuk był współautorem 1. monografii naukowej, 7. rozdziałów w monografiach naukowych i autorem jednego rozdziału w monografii.** Przed uzyskaniem stopnia doktora **był współautorem 2 artykułów opublikowanych w czasopismach posiadających współczynnik wpływu Impact Factor, 8 artykułów w innych czasopismach naukowych oraz 2 artykułów opublikowanych w materiałach konferencyjnych.** Po uzyskaniu stopnia doktora **był autorem lub współautorem 39 artykułów opublikowanych w czasopismach posiadających współczynnik wpływu Impact Factor, 13 artykułów opublikowanych w innych czasopismach oraz 12 artykułów opublikowanych w materiałach konferencyjnych.** Większość z tych czasopism charakteryzowała się dość dużą liczbą punktów wg MNiSW i MEiN, a na szczególną uwagę zasługują prace opublikowane w takich renomowanych czasopismach, jak: **Tribology International, Archives of Civil and Mechanical Engineering, Surfaces and Interfaces, Vacuum, Scientific Reports, Construction and Building Materials.**

Dr inż. Marcin Staszuk odnotował łącznie 23 wystąpienia na konferencjach krajowych i międzynarodowych, w tym w 5 wystąpieniach przed uzyskaniem stopnia doktora i 18 po jego uzyskaniu. Pięć z nich to były konferencje zagraniczne, 15 – międzynarodowe w Polsce, a 3 - krajowe. Przed uzyskaniem stopnia doktora Habilitant był członkiem komitetu organizacyjnego jednej konferencji międzynarodowej w Polsce oraz członkiem zespołu pomocniczego komitetu organizacyjnego pięciu takich konferencji. Po doktoracie był członkiem komitetu organizacyjnego 4. konferencji międzynarodowych w Polsce oraz członkiem komitetu programowego i członkiem zespołu pomocniczego komitetu organizacyjnego dwóch kolejnych takich konferencji.

Wskaźniki bibliometryczne Habilitanta wskazują (dane na dzień 3.01.2024 r.) wg bazy Scopus na indeks Hirscha $h = 9$ przy liczbie cytowań 239 (bez samocytowań wszystkich współautorów) i liczbie publikacji 54. W bazie Web of Science trudno jest wyeliminować samocytowania wszystkich współautorów, w związku z tym indeks Hirscha wynosił $h = 11$ (z uwzględnieniem samocytowań wszystkich współautorów) przy liczbie cytowań 235 (bez samocytowań) i liczbie publikacji 43. Wskaźniki te wydają się być wystarczającymi, wskazując na istotnie zauważalny wkład działalności naukowej dr. inż. Marcina Staszuka w rozwój wiedzy w reprezentowanej dyscyplinie inżynieria materiałowa.

Po doktoracie **Habilitant uczestniczył w pracach 4. zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych.** Trzy z tych projektów były finansowane przez Narodowe Centrum Nauki, a dr inż. Marcin Staszuk był głównym wykonawcą lub wykonawcą w tych projektach. W latach 2010-2012 uczestniczył **w roli głównego wykonawcy w projekcie pt.: „Kształtowanie struktury i własności powierzchni narzędzi z ceramiki sialonowej o podwyższonej odporności na ścieranie”.** Jego udział w projekcie polegał na opracowaniu i wykonaniu powłok na ostrzach ceramicznych narzędzi skrawających. Przeprowadził też badania mikrostrukturalne z zastosowaniem elektronowej mikroskopii skaningowej oraz badania technologiczne prób skrawania żeliwa szarego badanymi narzędziami. W roku 2011 brał udział **jako wykonawca w projekcie pt.: „Nanostrukturalne powłoki na narzędzia do obróbki plastycznej metali nieżelaznych”,** a jego udział polegał na wykonaniu badań mikrostrukturalnych z zastosowaniem mikroskopii świetlnej oraz mikroskopii sił atomowych AFM oraz opracowaniu wyników badań. W latach 2015-2017 **uczestniczył jako wykonawca w projekcie pt.: „Kształtowanie własności fizykochemicznych warstw powierzchniowych stali Cr-Ni-Mo przeznaczonej na implanty do kontaktu z krwią”.** Jego rola polegała na opracowaniu i wykonaniu powłok TiO_2 i SiO_2 metodą atomowego osadzania warstw ALD na podłożu ze stali Cr-Ni-Mo, przeprowadzeniu badań morfologii powierzchni badanych materiałów z zastosowaniem mikroskopii sił atomowych AFM i mikroskopii elektronowej skaningowej SEM i opracowaniu wyników. Czwarty projekt pt.: **„Opracowanie innowacyjnych hybrydowych warstw powierzchniowych złożonych z powłok antyżużyciowych dedykowanych uzębieniom przekładni zębatach do zespołów napędowych przenośników pracujących w trudnych warunkach eksploatacyjnych”,** aktualnie nadal realizowany, uzyskał finansowanie z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, a Habilitant pełni w nim rolę wykonawcy. Jego udział polega na opracowaniu technologii nanoszenia powłok o wytypowanym składzie chemicznym i optymalizacji warunków procesu technologicznego PVD/CVD, wykonaniu badań strukturalnych metodą emisyjnej spektroskopii optycznej z wyładowaniem jarzeniowym GDOES, badań mikrostrukturalnych z zastosowaniem mikroskopii SEM oraz badań przyczepności powłok do podłoża metodą Scratch Test. Habilitant był również beneficjentem **Rektorskiego Grantu Habilitacyjnego pt.: „Struktura i własności fizykochemiczne hybrydowych powłok uzyskiwanych metodami łączącymi fizyczne osadzanie z fazy gazowej (PVD) i atomowe osadzanie warstw (ALD)”** realizowanego w okresie 1.10.2019-31.03.2023. Brał udział w zespołach badawczych realizujących inne projekty badawcze (14 projektów przed doktoratem i 15 – po doktoracie).

Habilitant wykazał się istotną współpracą z innymi jednostkami naukowymi w kraju i za granicą, co znajduje potwierdzenie w stażach naukowych i dydaktycznych odbytych w tych jednostkach. Przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych Habilitant odbył pięciomiesięczny staż naukowy w ramach programu SOCRATES ERASMUS w

Universidade do Minho, Guimaraes, Portugalia w okresie od 1 marca do 31 lipca 2005 r. W wyniku tego stażu powstała publikacja naukowa w czasopiśmie Vacuum. W okresie po doktoracie na uwagę zasługują **dwa dziesięciomiesięczne staże naukowe w University of West Bohemia, Pilzno, Czechy związane ze stypendium Międzynarodowej Fundacji Wyszehradzkiej**, pierwszy w okresie od 1 września 2012 r. do 30 czerwca 2013 r., a drugi od 1 września 2020 r. do 30 czerwca 2021 r. (ze względu na pandemię częściowo odbyty zdalnie). **Podczas pierwszego z tych staży Habilitant realizował projekt pt. „Research of the wear resistant PVD coatings deposited on the sintered tool materials”, a podczas drugiego – projekt pt. “Nanostructured and hybrid coatings in the aspect of improving corrosion resistance of ultra-light Mg-(Li)-Al-RE alloys”**. Habilitant nawiązał wówczas współpracę z współpracą z Prof. Dr. Ing. Antoninem Křižem oraz Doc. Dr. Ing. Petrem Benešem. **Istotne jest to, że współpraca ta zaowocowała dwoma wspólnymi publikacjami wchodzącymi w skład cyklu stanowiącego osiągnięcie zgłoszone przez Habilitanta [A3, A4]**. Oprócz tego dr inż. Marcin Staszuk odbył jeszcze dwa **jednotygodniowe i jeden dwutygodniowy staż naukowy**, a także trzy **jednotygodniowe staże dydaktyczne** w tej samej jednostce (**University of West Bohemia, Pilzno, Czechy**). Jednotygodniowe staże dydaktyczne Habilitant odbył także w University in Zagreb, Zagrzeb, Chorwacja oraz w Univerisity of Patras, Patras, Grecja, a dwutygodniowy **staż naukowy w Narodowym Centrum Badań Jądrowych w Otwocku** ze środków pozyskanych w ramach Konkursu projakościowego w obszarze badań naukowych dla osób ubiegających się o stopień lub tytuł naukowy ogłoszonego przez Dziekana Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki Śląskiej. W roku 2013 realizował badania objęte Umową o dzieło na rzecz **Instytutu Metali Nieżelaznych w Gliwicach**. Zakres badań dotyczył wykonania badań korozyjnych w ramach pracy pt. „Wykorzystanie nanotechnologii w nowoczesnych materiałach”.

Dr inż. Marcin Staszuk współpracuje z otoczeniem społecznym i gospodarczym. W latach 2018-2021 był wykonawcą w projekcie pt. „Wysokotemperaturowe materiały do zastosowań w silnikach rakietowych” finansowanym przez Europejską Agencję Kosmiczną (ESA). Projekt realizowany był w konsorcjum składającym się z następujących podmiotów: Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Lotnictwa, Warszawa (lider konsorcjum); Politechnika Śląska, Gliwice (wykonawca); firma Spinex Spinkiewicz sj, Warszawa (wykonawca). Celem realizowanego projektu było poszerzenie technik wytwarzania nowych materiałów i ich zastosowania w komorach spalania rakiet. W ramach projektu wykonano analizę nowych materiałów inżynierskich z wykorzystaniem metalurgii proszków i inżynierii powierzchni. Przetestowano kluczowe własności funkcjonalne badanych materiałów w zakresie ich zastosowania w satelitarnych komorach spalania rakiet. Wspomniany już wcześniej **projekt „Opracowanie innowacyjnych hybrydowych warstw powierzchniowych złożonych z powłok antyzużyciowych dedykowanych uzębieniom przekładni zębatych do zespołów napędowych przenośników pracujących w trudnych warunkach eksploatacyjnych”** realizowany jest w konsorcjum, którego liderem jest Politechnika Warszawska, a wykonawcy to: Politechnika Śląska, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Spawalnictwa w Gliwicach, Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu, firma Patentus S.A. z Pszczyny. Celem projektu realizowanego w ramach programu Techmatstrateg (NCBiR) jest opracowanie odpornych na zużycie subamorficznych powłok węglowych, w tym powłok diamentopodobnych (DLC), amorficznego uwodornionego węgla (a-C:H) i uwodornionego węgla modyfikowanego azotem (a-C:N:H). Habilitant brał udział wiele ekspertyz lub innych opracowań na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców, m.in. Wojskowych Zakładów Lotniczych nr 2 S.A. w

Bydgoszczy, EURO-LOCKS Sp z o.o. Ruda Śląska, Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla Zabrze, Galvanica Sp. z o.o. Zabrze, Sąd Okręgowy w Katowicach - Wydział XIV Gospodarczy, Metallchemie Polska Sp. z o.o. Zabrze, Zakład MPPUiH „ADAMS” Sosnowiec, Kompleks-Montaż Sp. z o.o. Katowice, CERATEC Paweł Świerczyński Zasów, DWS Draexlmaier Wyposażenie Wnętrz Samochodowych Sp. z o.o. Jelenia Góra, 3DGence Sp. z o.o. Katowice, EKOMBUD Sp. z o.o. Bochnia, P.P.H.U. TAMAX Tadeusz Cieślak Sędziszów, Becker-Warkop Sp. z o.o. Świerklany, AMK KRAKÓW S.A. Kraków, SCOTT TIGER S.A. Warszawa, DIP Draexlmaier Engineering Polska Sp. z o.o. Jelenia Góra, Panamint Sp. z o.o. Katowice, CNC PLUS Sp. z o.o. Kraków, Spinex Spinkiewicz Sp. J. Warszawa, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa Warszawa, Cebrio Grzegorz Pelczar Kraków, Zakład Produkcji Sprzętu Oświetleniowego "ROSA" Sp. z o.o. Tychy.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że Habilitant jest **współautorem dwóch patentów krajowych udzielonych po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych**:

- Patent nr 219 794, Stanowisko pomiarowe elektrod zwłaszcza przednich krzemowego ogniwa fotowoltaicznego, twórcy: Dobrzański L.A., Musztyfaga M., Staszuk M., data udzielenia patentu: 12.11.2014,
- Patent nr 236 038, Sposób wytwarzania materiału kompozytowego o osnowie stopu aluminium w procesie infiltracji ciśnieniowej, twórcy: Tański T, Krzemiński Ł., Majewska J., Matysiak W., Kremzer M., Staszuk M., data udzielenia patentu: 22.07.2020

Habilitant w latach 2021-23 pełnił funkcję Guest Editor w wydaniu specjalnym pt.: „**Modern Material Technologies Intended for Industrial Applications**” w wydawnictwie MDPI (czasopisma: Applied Sciences, Crystals, Journal of Composites Science, Materials, Metals). **Opracował też 14 recenzji artykułów naukowych zgłaszanych do czasopism z listy JCR** oraz 11 recenzji artykułów zgłaszanych do innych czasopism lub publikowanych w materiałach konferencyjnych. Dr inż. Marcin Staszuk otrzymuje zatem zaproszenia do recenzowania z prestiżowych czasopism i je przyjmuje, co warto jest odnotowania.

Habilitant otrzymywał nagrody, wyróżnienia i medale za działalność naukową, m.in. złote i srebrne medale na międzynarodowych targach wynalazczości, czy też Zespołowe Nagrody Rektora trzeciego stopnia za osiągnięcia naukowe, dyplomy MNiSW, czy też drugie miejsce w konkursie „Pokaż swoją pracę naukową światu” organizowanym przez Centrum Innowacji i Transferu Technologii Politechniki Śląskiej w 2015 roku.

Stwierdzam zatem, że dr inż. Marcin Staszuk wykazał się istotną aktywnością w zakresie działalności naukowo-badawczej realizowanej w więcej niż jednej uczelni i spełnia w tym zakresie wymagania stawiane kandydatom do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

4. Charakterystyka działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzującej naukę

W ramach działalności dydaktycznej na Politechnice Śląskiej **Habilitant był lub nadal jest odpowiedzialny za przygotowanie i realizację zajęć z następujących przedmiotów**: Analiza spektralna (laboratorium), kierunek studiów: Nanotechnologia i Technologie Procesów Materiałowych, studia 1 stopnia; Badania spektroskopowe materiałów nanostrukturalnych (laboratorium), kierunek studiów: Nanotechnologia i Technologie Procesów Materiałowych, studia 1 stopnia; Badania struktury i własności materiałów (laboratorium), kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn, studia 1 stopnia; Budowa i eksploatacja aparatury naukowo-badawczej (laboratorium i projekt), kierunek studiów: Inżynieria Materiałowa, studia I stopnia;

Czystość techniczna w procesach technologicznych, zagrożenia przemysłowe i techniczne bezpieczeństwo pracy (laboratorium), kierunek studiów: Inżynieria Produkcji i Zarządzanie, studia 2 stopnia; Inżynieria powierzchni (wykłady i laboratoria), kierunek studiów: Inżynieria Materiałowa, studia 1 stopnia; Inżynieria powierzchni materiałów i pokrycia nanostrukturalne (laboratorium), kierunek studiów: Nanotechnologia i Technologie Procesów Materiałowych, studia 1 stopnia; Inżynieria powierzchni materiałów inżynierskich (laboratorium), kierunek studiów: Informatyka Stosowana z Komputerową Nauką o Materiałach, studia 1 stopnia; Inżynieria powierzchni pokryć nanostrukturalnych (laboratorium), kierunek studiów: Nanotechnologia i Technologie Procesów Materiałowych, studia 2 stopnia; Kształtowanie struktury i własności materiałów nanostrukturalnych (laboratorium), kierunek studiów: Nanotechnologia i Technologie Procesów Materiałowych, studia 1 stopnia; Metody badań warstw wierzchnich i powłok (wykłady, laboratorium), kierunek studiów: Inżynieria Materiałowa, studia 1 stopnia; Mikroskopia elektronowa (laboratorium), kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn, studia 1 stopnia; Obróbka powierzchniowa (wykłady i laboratoria), kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn, Zarządzanie i Inżynieria Produkcji, Inżynieria Materiałowa, studia 1 stopnia; Podstawy informatyki (laboratorium), kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn, Zarządzanie i Inżynieria Produkcji, studia 1 stopnia; Powłoki gradientowe i wielofazowe (wykłady i laboratoria), kierunek studiów: Inżynieria Materiałowa, Inżynieria i Technologie Materiałowe, studia 2 stopnia; Powłoki nanostrukturalne (laboratorium), kierunek studiów: Inżynieria Materiałowa, studia 1 stopnia; Procesy PVD i CVD nanoszenia warstw powierzchniowych (wykłady, laboratorium), kierunek studiów: Inżynieria Materiałowa, studia 1 i 2 stopnia; Projektowanie technologii procesów materiałowych (wykłady, projekt, seminarium), kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn, studia 2 stopnia; Skaningowa mikroskopia elektronowa (wykłady i laboratorium), kierunek studiów: Nanotechnologia i Technologie Procesów Materiałowych, studia 2 stopnia; Spektroskopia (laboratoria), kierunek studiów: Nanotechnologia i Technologie Procesów Materiałowych, studia 2 stopnia; Techniki pozyskiwania środków finansowych na działalność B+R przedsiębiorstwa (seminarium), kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn, studia 2 stopnia; Technologie inżynierii powierzchni (wykłady i laboratoria), kierunek studiów: Zarządzanie i Inżynieria Produkcji, studia 1 stopnia; Technologie procesów konstituowania warstw wierzchnich i powłok (laboratoria), kierunek studiów: Inżynieria Materiałowa, studia 1 stopnia; Technologie próżniowe obróbki powierzchni i powłok (laboratoria), kierunek studiów: Inżynieria Materiałowa, studia 1 stopnia.

Habilitant jest współautorem ćwiczeń dydaktycznych w pracy zbiorowej pod redakcją naukową L.A. Dobrzańskiego i T. Tańskiego „Ćwiczenia laboratoryjne z inżynierii materiałowej i nanotechnologii”, Open Access Library, volume 10 (28) (2013) 1-763, International OCSCO World Press, ISBN 978-83-63553-25-8. Uczestniczył jako wykonawca międzynarodowych i krajowych projektach dydaktycznych i programach europejskich:

- „Poprawa atrakcyjności kształcenia na kierunku Inżynieria Materiałowa IMOTECH”, (UDA-POKL.04.01.02-00-138/12-00), 2012-2015, Unia Europejska ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego (EFS),
- „Poprawa atrakcyjności kształcenia na makrokierunku Nanotechnologia i Technologie Procesów Materiałowych NANATRIM”, (UDA-POKL.04.01.02-00-066/11-00), 2011-2015, Unia Europejska ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego (EFS),

- „Otwarcie i rozwój studiów inżynierskich i doktoranckich w zakresie nanotechnologii i nauki o materiałach INFONANO”, (UDA-POKL.04.01.01-00-003/09-00), 2009-2014, Unia Europejska ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego (EFS),

- „Interaktywne kształcenie inżyniera – INTEREDU”, 2010-2012 Unia Europejska ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego (EFS).

W latach 2019-2022 dr inż. Marcin Staszuk był głównym opiekunem trzech projektów i opiekunem pomocniczym jednego projektu realizowanych jako „Indywidualne Programy Studiów realizowane w formie Project Based Learning (PBL)” w ramach projektu: "Politechnika Śląska jako Centrum Nowoczesnego Kształcenia opartego o badania i innowacje" współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego. W latach 2020 - 2023 był opiekunem głównym jednego projektu i opiekunem pomocniczym dwóch projektów realizowanych w ramach kształcenia zorientowanego projektowo odbywającego się w formie projektu PBL (Project-Based Learning).

Podczas pięciu jedynotygodniowych staży dydaktycznych (Univerisity of Patras, Department of Mechanical Engineering and Aernautics, Patras, Grecja; University of West Bohemia, Faculty of Mechanical Engineering, Pilzno, Czechy; University in Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, Zagrzeb, Chorwacja) realizowanych w ramach programów ERASMUS, ERASMUS+ TEACHING oraz CEEPUS Habilitant wygłaszał cykle wykładów związanych z jego zainteresowaniami naukowymi.

Habilitant był opiekunem i promotorem łącznie 34 prac, w tym: opiekunem 19 projektów inżynierskich, promotorem 1 pracy dyplomowej inżynierskiej, opiekunem 6 prac dyplomowych magisterskich, promotorem 7 prac dyplomowych magisterskich oraz opiekunem 1 pracy dyplomowej inżynierskiej studenta zagranicznego realizującego pracę inżynierską w Politechnice Śląskiej w ramach programu Sokrates/Erasmus. Prace były realizowane na kierunkach: Mechanika i Budowa Maszyn, Automatyka i Robotyka, Zarządzanie i Inżynieria Produkcji, Inżynieria Materiałowa, Nanotechnologia i Technologie Procesów Materiałowych oraz Informatyka Stosowana z Komputerową Nauką o Materiałach. Tematyka prac dyplomowych dotyczyła wytwarzania i badania warstw powierzchniowych, głównie powłok PVD, CVD i ALD, a także wytwarzania i przetwarzania materiałów polimerowych, materiałów fotowoltaicznych oraz wybranych aspektów materiałów nanostrukturalnych.

Za działalność dydaktyczną dr inż. Marcin Staszuk otrzymał dwie Nagrody Rektora: w 2013 roku Zespołową Nagrodę Rektora pierwszego stopnia, a w roku 2020 Zespołową Nagrodę Rektora trzeciego stopnia.

W zakresie osiągnięć organizacyjnych Habilitant wskazał następujące swoje funkcje i działania:

- W latach 2010-2013 brał udział jako główny koordynator w realizacji projektu pt.: „Modernizacja i doposażenie laboratoriów badania i kształtowania materiałów inżynierskich Politechniki Śląskiej w Gliwicach” dofinansowanego przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Śląskiego,

- Był członkiem uczelnianej komisji przetargowej na dostawę aparatury badawczo-naukowej w ponad 20 procedurach przetargowych, w tym.: zestawu 16 metalograficznych mikroskopów świetlnych, laserowego mikroskopu konfokalnego, emisyjnego spektrometru optycznego z wyładowaniem jarzeniowym GDOES, urządzeń do preparatyki zglądów metalograficznych (przecinarki, inkludziarki, szlifierko-polerki, itp.), spektrometru na

podczerwień Ft-Ir, spektrometru Ramana, tribometru, urządzeń do badania własności elektrycznych ogniw fotowoltaicznych, pieca do dyfuzji i pasywacji półprzewodników, pieca taśmowego na podczerwień, a także mebli laboratoryjnych,

- W latach 2015-2019 **pełnił funkcję Zastępcy Kierownika Laboratorium Badania Materiałów Instytutu Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych** na Wydziale Mechanicznym Technologicznym PŚ (zał. 7.81). Oprócz tego **był opiekunem dwóch pracowników laboratoryjnych**: Pracowni Mikroskopii Sił Atomowych w Laboratorium Badania Materiałów oraz Pracowni Nanorurek i Nanomateriałów w Laboratorium Naukowo-Dydaktycznym Nanotechnologii i Technologii Materiałowych,

- **Brał udział w organizacji międzynarodowej konferencji AMME'2011 oraz konferencji TalentDetektor** w latach 2018, 2021, 2022 i 2023,

Za działalność organizacyjną otrzymał pięć Nagród Rektora: Zespołowe Nagrody Rektora pierwszego stopnia w latach 2007, 2010, 2011 i 2012, a w roku 2018 Zespołową Nagrodę Rektora trzeciego stopnia.

W zakresie działalności popularyzującej naukę Habilitant do największych swoich osiągnięć zalicza:

- **udział w Nocy Naukowców** w latach 2009, 2014, 2015, 2016, 2018 - Habilitant przygotowywał wydarzenia, wykonywał pokazy dla zwiedzających, a także koordynował wydarzenia przygotowywane przez pracowników Instytutu Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych,

- **udział w Targach „Dzień Nauki i Przemysłu”** organizowanych przez Park Naukowo-Technologiczny „TECHNOPARK GLIWICE” Sp. z o.o. we współpracy z Politechniką Śląską w dniu 20 maja 2011 roku. W ramach wydarzenia przygotowana została ekspozycja dotycząca tematyki związanej z mikro- i nanoobróbką, plakaty, prezentacja multimedialna oraz narzędzia i urządzenia wykonane z zastosowaniem tych technologii (m.in. narzędzia do obróbki skrawaniem z ceramiki sialonowej pokrywanej powłokami PVD),

- **udział w Dniach Otwartych na Wydziale Mechanicznym Technologicznym** w latach 2014-2017. W wydarzeniach tych prezentował zwiedzającym Pracownię Wysokorozdzielczej Skaningowej Mikroskopii Elektronowej w Laboratorium Badania Materiałów.

Podsumowując **stwierdzam, że dr inż. Marcin Staszuk wykazał się również istotnym dorobkiem dydaktycznym, organizacyjnym i popularyzującym naukę.**

5. Wniosek końcowy

Dokonując całościowej oceny **dorobku naukowo-badawczego, dydaktycznego oraz organizacyjnego i popularyzującego naukę dr. inż. Marcina Staszuka** stwierdzam, że w mojej opinii:

- **główne osiągnięcie naukowe dr. inż. Marcina Staszuka w postaci cyklu 8 publikacji zatytułowanego „Kształtowanie struktury i własności warstw powierzchniowych materiałów inżynierskich w hybrydowych procesach łączących technologie PVD i ALD”** wnosi znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa,

- **dotychczasowe osiągnięcia naukowo-badawcze, udokumentowane przedstawionym cyklem publikacji, artykułami naukowymi w renomowanych czasopismach z listy JCR, wskaźnikami bibliograficznymi, udziałem w projektach badawczych, w konferencjach naukowych oraz współpracą naukową prowadzoną z krajowymi i zagranicznymi ośrodkami**

naukowymi dają podstawę do stwierdzenia, że dr inż. Marcin Staszuk wykazuje istotną aktywność naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, czy instytucji naukowej.

W związku z powyższym stwierdzam, że dr inż. Marcin Staszuk spełnia wymagania stawiane kandydatom pretendującym do otrzymania stopnia doktora habilitowanego zawarte w art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 r., poz. 1668). Habilitant wykazał się również osiągnięciami dydaktycznymi, organizacyjnymi i popularyzującymi naukę. Wnoszę zatem o dopuszczenie dr. inż. Marcina Staszuka do dalszego postępowania przed Radą Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Śląskiej i **nadanie mu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa.**

Prof. Michała Kulka

/podpis odręczny/

*wyłączenie jawności w zakresie danych osobowych oraz ochrony prywatności osoby fizycznej na podstawie art. 5 ust. 2 ustawy z dnia 6 września 2001 r. o dostępie do informacji publicznej (tj. Dz.U. z 2016 r., poz. 1764)