

Gliwice, 27.02.2024 r.

**Ocena  
osiągnięcia naukowego oraz całokształtu aktywności naukowej  
dr Marty Michalskiej-Domańskiej w związku z postępowaniem habilitacyjnym**

Recenzja została opracowana na podstawie decyzji Rady Doskonałości Naukowej powołującej mnie na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr Marty Michalskiej - Domańskiej w dziedzinie nauk inżyneryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria materiałowa oraz na zalecenie Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Materiałowa” Wojskowej Akademii Technicznej na podstawie pisma z dnia 24 stycznia 2024 r. prof. dr hab. inż. Krzysztofa Czupryńskiego, Dziekana Wydziału Nowych Technologii i Chemii.

Podstawę opinii stanowiły następujące materiały (zgodnie z art.219 ust. 1 pkt 1-3 ustawy z 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r., poz. 472 z późn. zm.): (1) wniosek i dane osobowe, (2) kopia dyplomu uzyskania stopnia doktora, (3) autoreferat w języku polskim, (4) wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój w dyscyplinie inżynieria materiałowa. Wymienione dokumenty zostały dostarczone w wersji papierowej i wersji elektronicznej, za załączonym pendrive.

**1. Informacje o Kandydatce**

Dr Marta Michalska-Domańska od początku swojej kariery zawodowej związana była z Wojskową Akademią Techniczną w Warszawie, jako samodzielny referent ds. technicznych (lata 2011-2013), starszy inżynier (lata 2013-2016), asystent (2016-2017) oraz adiunkt badawczo-dydaktyczny (od roku 2017 do nadal). Wyjątek stanowi rok 2015, w którym pracowała jako wykładowca w Wyższej Szkole Służb Pożarniczych.

Dr Marta Michalska-Domańska ukończyła Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, uzyskując tytuł magistra w 2007 roku. W 2015 roku uzyskała tytuł doktora nauk technicznych w Wojskowej Akademii Technicznej, w wydziale Nowych Technologii i Chemii na podstawie pracy *Wpływ stanu materiału na aktywność katalityczną stopu na podstawie fazy międzymetalicznej Ni<sub>3</sub>Al*, pod kierunkiem Prof. dr hab. inż. Zbigniewa Bojara. Był to dyplom z wyróżnieniem.

## 2. Ocena osiągnięcia naukowego Kandydatki

Habilitantka swoje osiągnięcie naukowe zawarła w cyklu powiązanych tematycznie 9 publikacji naukowych. Za osiągnięcie naukowe lub artystyczne rozumie się takie, które zawarte jest w formie monografii naukowej (wg art. 219 ust. 1. pkt 2a ustawy), lub cyklu powiązanych tematycznie publikacji (wg art. 219 ust. 1. pkt 2b ustawy), lub oryginalnego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego, technologicznego lub artystycznego (wg art. 219 ust. 1. pkt 2c ustawy), dlatego też wspomniany cykl publikacji oraz istotna aktywność naukowa Habilitantki podlega głównie mojej ocenie.

Habilitantka w swoim osiągnięciu naukowym wskazała:

1. Cykl powiązanych tematycznie publikacji ujętych pod wspólnym tytułem „*Synteza, właściwości i zastosowanie anodowego tlenku tytanu*”. Przedstawiony cykl składa się z 9 artykułów z bazy Journal Citation Reports (JCR), które zostały opublikowane w latach 2018-2022.

Z powyższego cyklu publikacji 6 zostało zamieszczonych w czasopismach z listy JCR o sumarycznym współczynniku wpływu  $IF = 34,32$ . Pozostałe trzy to publikacje w formie rozdziałów w książkach recenzowane i opublikowane w czasopismach nieposiadających wskaźnika IF. W cyklu publikacji jest pięć, których punktacja ministerialna wynosi 140 (2018-2023 r.), jedna ma 200 punktów (2022r.), trzy mają 20 punktów (jedna z 2019 r., dwie z 2022 r.).

Biorąc pod uwagę zapisy ustawy, a dokładnie art. 219, ust. 1 pkt 2 b, osiągnięcie naukowe stanowiący znaczny wkład w rozwój dyscypliny to: *jeden cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b*. Dlatego ocenie, jako główne osiągnięcie naukowe Habilitantki będzie podlegać cykl ośmiu publikacji naukowych, a publikacja *M. Michalska-Domańska \*An Overview of Anodic Oxides Derived Advanced Nanocomposites Substrate for Surface Enhance Raman Spectroscopy, in BOOK: Assorted Dimensional Reconfigurable Materials, ISBN 978-1-78985-514-2, 23pp., 2020, IntechOpen, IF (2019) 0, punkty MNiSW (2019): 20*

stanowi inną aktywność naukową Pani dr Marty Michalskiej-Domańskiej, gdyż Wydawnictwa IntechOpen nie ma w wykazie na liście ministerialnej MNiSW.

Z cyklu publikacji, które Habilitantka przedstawiła jako osiągnięcie naukowe osiem pozycji stanowią prace zespołowe, wieloautorskie, gdzie minimalna ilość współautorów to 3 (poz. H1, H7, H8, H9), a maksymalna 6 (poz. H4 i H6), a jedna jest autorska (jak wspomniano wcześniej stanowiąca inną aktywność naukową). Recenzent nie uważa jednak takiej sytuacji w żadnym stopniu za negatywną, gdyż rozumie, że niejednokrotnie podejmowane prace technologiczne wymagają wieloosobowego zespołu badawczego-naukowego, dlatego też stwierdzenie odnosi się do pewnej statystyki, wykonanej w tym zakresie pracy. W publikacjach tych Habilitantka jest pierwszym (5x), trzecim (2x), czwartym (1x) i szóstym (1x) autorem. W około 66,7 % prac z cyklu publikacji była na pierwszym miejscu, a w 33,3 % na kolejnych pozycjach. We wszystkich publikacjach pełni funkcję autora korespondencyjnego, przy czym w dwóch jest to dzielona funkcja ze współautorem wybranej pracy. Habilitantka ocenia swój udział w cykl publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego na ponad 70 %. Habilitantka dostarczyła kopie publikacji oraz zostały załączone oświadczenia współautorów publikacji, zawierające zakres ich wkładu merytorycznego do każdego artykułu, bez procentowego udziału, który nie jest wymagany.

Przechodzę do omówienia poszczególnych publikacji w kolejności, która notabene jest niechronologiczna w stosunku do tej przedstawionej przez Autorkę.

W wydanych publikacjach H1, H5, H6, H7 nie są zamieszczone informacje o merytorycznym wkładzie wszystkich autorów w ich powstanie. Habilitantka oceniła swój udział we wspomnianej publikację na 85/65/60/60%. Dodatkowo w publikacji H7 nie ma informacji, kto jest autorem korespondencyjnym, chociaż Habilitantka twierdzi, że jest ona, pomimo, że jest jednym z trzech współautorów i znajduje się jako trzecia wymieniona w kolejności. Wydana publikacja H3 jest pracą zespołową pięcioosobową, posiada informacje o merytorycznym udziale wszystkich współautorów. Habilitantka oceniła swój udział we wspomnianej publikację na 70%. W tej pracy Habilitantka dzieli funkcję autora korespondencyjnego jeszcze z innym współautorem (T. Durejko). Publikacje H4, H5, H6, H9 nie budzą zastrzeżeń. W publikacji H8 Habilitantka oceniała swój udział w jej powstanie na 65%, przy czym Pani inż. K. Prabucka oświadczyła, że współudział w publikację związany był

udostępnieniem części informacji merytorycznych z pracy inżynierskiej. W publikacji autorzy nie powołali się jednak na taką pozycję literaturową pracy, a Habilitantka nie zamieściła informacji, kto był promotorem/opiekunem pracy oraz jaki był jej tytuł. Dlatego dogłębniejsza analiza wspomnianej pracy rodzi pewien niedosyt informacji odnośnie wkładu autorskiego w opublikowane dzieło.

Opisując swój wkład w powstanie publikacji zestawionych w cykl monotematyczny dr Marta Michalska-Domańska stwierdza, że Jej autorskim wkładem w każdą z prezentowanych prac było między innymi:

- 1) opracowanie i opisanie nowego typu elektrolitu do anodyzacji tytanu, opartego na etanolu;
- 2) wytworzenie i opisanie barwnego anodowego tlenku tytanu;
- 3) scharakteryzowanie wad oraz zalet, możliwości i wyzwania zastosowania anodowych tlenków tytanu jako warstw aktywnych w zastosowaniach biomedycznych;
- 4) zbadanie różnic w warstwach ATO wytworzonych na dwóch najpopularniejszych stopach biomedycznych wytworzonych metodą addytywną;
- 5) scharakteryzowanie wad oraz zalet, możliwości i wyzwania zastosowania anodowych tlenków tytanu jako elementów wysokoefektywnych, aktywnych, kompozytowych podłoży SERS;
- 6) wykazanie potencjału kompozytów typu ATO/Ag jako podłoży SERS o porównywalnym współczynniku wzmocnienia do podłoży komercyjnie dostępnych.

Tak sformułowany i esencjonalny zakres autorskiego wkładu w powstanie publikacji cyklu odnosi się aspektu naukowego, który został opisany zbyt ogólnikowo, w mniejszym stopniu dotyczy działań technologicznych, związanych z zastosowaniem i osadzaniem elektrolitycznym tlenku tytanu. Habilitantka opisując każdą publikację w autoreferacie, nie podjęła się indywidualnej dyskusji merytorycznej osiągniętych wyników. Według recenzenta przyjęta forma prezentacji autoreferatu wymaga komentarza. Podkreślę fakt, iż przygotowanie ciekawej, estetycznej i dobrze wyglądającej prezentacji autoreferatu jest trudne i wymaga dużego nakładu pracy. Natomiast autoreferat Habilitantki zawiera liczne błędy stylistyczne, łamanie tekstu, a szata graficzna w tym m.in. przedstawione rysunki są w większości w j. angielskim, natomiast np. rysunek 2 (str. 7 oraz 8 autoreferatu) jest w j. języku polskim i zawiera

dotąd błędy, co świadczy o tym, że autoreferat był napisany w pośpiechu. Przyznam, że nie odpowiada mi forma opisu, jaką zastosowała Habilitantka w celu zaprezentowania swojego osiągnięcia. Przedstawiony opis treści publikacji jest w moim przekonaniu najgorszym z możliwych wyborów i na poziomie postępowania Habilitacyjnego może oznaczać brak umiejętności do sformułowania wypowiedzi w ujęciu problemowym, z poszerzoną dyskusją istoty zagadnienia zawierającą odniesienie do wiedzy literaturowej i własnej, wykazanej w publikacjach. Po lekturze opisów cyklu publikacji habilitacyjnych mam pewną trudność, zwłaszcza, że każdy opis publikacji zawierał 1) wstęp - krótki opis tego co zrobiła Habilitantka, 2) rozwinięcie (w większości kopię tekstu z j. ang. na j. polski z artykułu z wybranymi rysunkami i/lub tabelami), 3) zakończenie (posumowanie zrealizowanego celu). Ponadto w opisach Habilitantki pojawia się bardzo często tryb bez osobowy, stosowany w raportach i publikacjach. Czytając poszczególne publikacje Habilitantki w autoreferacie w kolejności nie chronologicznej odnosi się wrażenie, że cel naukowy został skonstruowany na jego końcu. Ponadto w jego wstępie Habilitantka odniosła się do obecnego i przyszłego zastosowania tlenku tytanu, według recenzenta są to przestarzałe dane z roku 2010. Recenzent dziwi się, że Habilitantka przy obecnym swobodnym dostępie do elektronicznych baz danych (m.in. Scopus, Web of Science) nie pokusiła się o statystyczne opracowanie danych dotyczących tego zagadnienia.

Zagadnienia dotyczące utleniania powierzchni metalu, wytwarzania warstw przewodzących należą do perspektywicznych kierunków badań w obszarze inżynierii materiałowej, a w szczególności inżynierii wytwarzania warstw powierzchniowych. Zasadniczymi przyczynami szerokiego zainteresowania wyżej wymienioną tematyką jest dynamiczny rozwój cienkowarstwowych materiałów znajdujących zastosowanie m.in. w biomedycynie, fotowoltaice, optyce czy elektronice, jak również rozwój w zakresie wytwarzania warstw i powłok oraz metod ich charakteryzowania. W jednej z dziedzin, w tym m.in. w fotowoltaice stosuje się wiele rodzajów warstw antyrefleksyjnych (ARC) i metod ich nanoszenia. Najpowszechniej używane są warstwy SiNx:H i TiO<sub>2</sub>. Zastosowanie jako warstwy antyrefleksyjnej w ogniwach fotowoltaicznych warstwy dwutlenku tytanu (TiO<sub>2</sub>) ma wielowymiarowe uzasadnienie. Warstwa ta wykazuje się dużą odpornością chemiczną, stabilnością w zakresie wysokiej temperatury, nie wymaga skomplikowanej aparatury do nanoszenia, a jej współczynnik

załamania i transmisyjność czynią z niej idealną warstwę ARC dla Si, ponadto koszty jej nanoszenia, czynią z niej atrakcyjną alternatywę dla producentów kierujących się przede wszystkim rachunkiem ekonomicznym.

Myślę, że zasadniczą motywacją Habilitantki do podjęcia tego kierunku prac i badań było między innymi zastosowana metoda elektrochemicznej obróbki powierzchni, dostępność i względnie niskie koszty zastosowanego materiału z uwzględnieniem braku ich negatywnego wpływu na środowisko. Z tego względu, anodowy tlenek tytanu w zależności od przyjętych warunków wytwarzania cieszy się dużym zainteresowaniem wielu grup badawczych, nie tylko w Polsce, dlatego też badania realizowane przez Dr Martę Michalską-Domańską uważam za ważne dla rozwoju dyscypliny Inżynieria Materiałowa w aspekcie otrzymywania nowych nanomateriałów.

Przedstawiony przez Habilitantkę autoreferat posiada merytorycznie sprecyzowany cel pracy, a mianowicie, **opisanie wpływu parametrów procesu anodyzacji tytanu na otrzymywaną morfologię anodowego tlenku tytanu oraz na jego właściwości**. Cel ten został podzielony na trzy kategorie zastosowań anodowego tlenku tytanu.

W pierwszej kategorii Habilitantka opisała swoje osiągnięcia naukowe jako opracowanie i opisanie nowego typu elektrolitu do anodyzacji tytanu, opartego na alkoholu monohydorksyłowego. Scharakteryzowała także jego wpływ na otrzymywaną morfologię i właściwości  $TiO_2$ . Habilitantka w swoim autoreferacie powołała się na dwie publikacje H1 oraz H4.

W publikacji H1 badania Habilitantki dotyczyły analizy morfologii wytworzonego nanorurkowego  $TiO_2$  podczas anodowania w elektrolicie na bazie etanolu przy optymalizacji wybranych parametrów procesu. W trakcie eksperymentów przygotowano próbkę referencyjną w typowym elektrolicie do anodowania tytanu. Anodyzacja cienkich folii Ti Habilitantka wykonywała w elektrolicie z krystalicznymi cząstkami  $NH_4F$  i bez nich. Habilitantka w ramach tej pracy stwierdziła, że użycie tego elektrolitu prowadzi do wytworzenia nanorurek ATO o morfologii, którą można umiejscowić pomiędzy matrycami ATO wytworzonymi w elektrolicie opartym na glikolu etylenowym i elektrolicie opartym na wodzie. Habilitantka we wspomnianym stwierdzeniu oparła swoje badania o wybrane własności nanorurek tj. ich średnicę i grubość. Własności wytworzonych warstw, które otrzymała są pośrednie. Nanorurki ATO uzyskane w tym elektrolicie mają średnice wewnętrzne od 88 nm do 124 nm. Średnica wewnętrzna otrzymanych nanostruktur ATO zależy od przyłożonego potencjału: rosną liniowo

do potencjału 50 V (zmniejszała się już przy tym potencjale), a następnie spadają do wartości 105 nm dla potencjału 60 V (rys. 3. H1, str. 102). Nanorurki o największej średnicy wewnętrznej mają najniższą jakość (rys. 2c, H1, str. 101). Grubość warstwy ATO rośnie liniowo wraz z przyłożonym potencjałem i wynosi odpowiednio 1,15  $\mu\text{m}$  i 1,33  $\mu\text{m}$  dla warstwy ATO przygotowanej pod napięciem odpowiednio 30 V i 60 V. Morfologię badanych warstw obserwowano z wykorzystaniem skaningowej mikroskopii elektronowej z emisją polową FE-SEM. Separacja ścianek nanorurek została zaobserwowana we wszystkich próbkach I generacji ATO, a ich ściany boczne wykazały pofałdowaną strukturę. Na podstawie badań stwierdzono, że lepkość elektrolitu wpływa na morfologię anodowych nanorurek tlenku tytanu poprzez zmianę ruchliwości jonów w elektrolicie, co można zaobserwować poprzez zmiany gęstości prądu. Recenzent ma pewną trudność w ocenie otrzymanych własności badanych warstw bez określenia wpływu morfologii (średnicy, grubości) na przyszłe możliwości aplikacyjne tego elektrolitu, zwłaszcza, że w publikacji zawarta jest jedynie informacja, że nanorurki stosowane są w wielu aplikacjach i, że są one powszechnie wytwarzane w elektrolitach na bazie alkoholi wielowodorotlenowych, zwykle glikolu etylenowego lub gliceryny, przez co uważa, że przedstawione w pracy badania mają bardziej charakter podstawowy. Według recenzenta poruszana w tej publikacji charakterystyka tego typu materiałów wymagałaby zastosowania najnowocześniejszych metod: obrazowania, w tym na przykład wysokorozdzielczej transmisyjnej mikroskopii elektronowej, analitycznych, jak na przykład powierzchniowo wzmacnianej spektroskopii ramanowskiej, a więc technik, które umożliwiłyby uzyskanie cennych informacji na temat struktury wykrytych związków. W tej publikacji takich badań brakuje, co świadczy, że Habilitantka wykazała średnie przygotowanie eksperymentalne. Ani w publikacji ani referacie Habilitantka nie wyjaśniła istotnego problemu dotyczącego wytworzenia powtarzalnego o jednorodnym rozkładzie nanostruktur na całej powierzchni podłoża. Czy warstwy które wytworzyła umożliwiają przeniesienie uzyskanych rezultatów z laboratorium do przemysłu? W metodologii również brakuje informacji na ilu próbkach wykonano badania i z jaką dokładnością oraz na jakiej podstawie określono średnicę i grubość nanorurek, skoro badano morfologię.

W publikacji H4 Habilitantka zbadała możliwość wytwarzania ATO w elektrolicie opartym na etanolu o zmienionym składzie. W trakcie procesu optymalizowała wybrane parametry technologicznie i wykazała, że przy nie zmiennej temperaturze możliwe jest

kontrolowanie barwy anodowego tlenku tytanu poprzez zmianę warunków anodowania Ti. Przedstawiła ona również charakterystykę morfologiczną (SEM) oraz optyczną (współczynnik odbicia dyfuzji z wyliczeniem barwy teoretycznej) wytworzonych warstw tlenkowych ATO. Na podstawie otrzymanych wyników stwierdziła, że otrzymane tlenki anodowe we wszystkich badanych warunkach miały morfologię nanorurek i grubość dochodzącą do setek nanometrów, a kolor struktury ATO wynika z zależności synergii między wielkością średnicy nanorurek oraz grubości warstwy tlenku. Wykazała, że średnia gęstość prądu rośnie liniowo wraz ze wzrostem przyłożonego napięcia anodowania w zakresie danego składu elektrolitu dla wszystkich badanych zawartości wody w elektrolicie na bazie etanolu. W publikacji Habilitantka przytoczyła zdanie „*Możliwość wytwarzania tytanu in situ podczas anodowania tytanu nanostrukturalnego barwnego anodowego tlenku tytanu w nowych typach elektrolitów na bazie etanolu niesie ze sobą duży potencjał aplikacyjny*”, ale nie podaje konkretnego przykładu aplikacyjnego. W tej publikacji również Habilitantka odwołując się już do starych danych literaturowych podkreśla, że wciąż wzrasta zapotrzebowanie na kolorowe powierzchnie tytanowe. Wspomina również, że „*nanorurkowa morfologia kolorowego ATO daje możliwość zwiększenia nasycenia kolorów w przyszłości przez uszczelnienie nanorurek lub/oraz pokrycie go zewnętrzną metaliczną powłoką*”. W autoreferacie na stronie 22 Habilitantka pisze „*Na wykresach współczynnika odbicia zarejestrowanych dla tlenków powstałych w elektrolitach...*”, chcę podkreślić, iż takich wykresów w autoreferacie nie ma, natomiast zamieszczone są w publikacji H4 rysunku 7. Na ich podstawie Habilitantka stwierdziła, że najwyższe wartości procentowe współczynnika odbicia (około 50%) odnotowała dla próbek przygotowanych w elektrolicie na bazie etanolu z dodatkiem większej ilości wody.

Resumując obie publikacje H1 i H4 Habilitantka stwierdziła, że:

- **parametry morfologiczne matrycy ATO otrzymanej w elektrolicie na bazie etanolu można umieścić pomiędzy morfologią anodowego tlenku tytanu wytwarzanego w elektrolitach wodnych oraz w elektrolitach opartych na glikolu etylenowym,**
- **na barwę próbek ATO przygotowanych w elektrolicie opartym na etanolu miała wpływ grubość anodowej warstwy tlenkowej oraz średnica nanorurek.**



W drugiej kategorii Habilitantka odniosła się swojego osiągnięcia naukowego poprzez określenie wpływ rodzaju elektrolitu i warunków procesu na morfologię/właściwości ATO uzyskiwanego na czystym tytanie (A) oraz na stopach tytanu o zastosowaniu biomedycznym (B).

W autoreferacie Habilitantka pisze, że „*koncepcja kondycjonowania lub postarzania elektrolitu, rozumiana jako wielokrotne anodowanie nie docelowego Ti w świeżo przygotowanym elektrolicie, jest często stosowana w praktyce w anodyzacji Ti i jego stopów, ale pozostaje niewystarczająco opisana przez co nie jest dostępna powszechnie – co potwierdza znikoma ilość publikacji na ten temat*”. Recenzent nie znalazł potwierdzenia na zamieszczone stwierdzenie, zwłaszcza, że Habilitantka w pracy H5 pisze, że podjęła się wypełnienia tej niszy, to w autoreferacie piszę „*Kluczowe prace skupiające się na kondycjonowaniu elektrolitów do anodyzacji tytanu, zostały stabelaryzowane, wraz z uwzględnieniem ich głównych wniosków*”, należy podkreślić, że nie ma odwołania do takich danych literaturowych, o jakie dokładnie prace autorce chodziło. Oczywiście są one zawarte w publikacji H5 w tabeli 1, ale należało wg Recenzenta do nich się odwołać, zwłaszcza, że Habilitantka, pisze że, to „*... obszerny i pionierski przegląd...*”. W publikacji H5 Habilitantka poza przeglądem literatury porusza aspekty wytworzenia kontrolowanych nanostruktur oraz wpływu kondycjonowania na właściwości otrzymywanych nanostruktur tlenkowych, w tym morfologię, chemię, stabilność i wydajność pod specyficzną aplikację ATO. Reasumując, Habilitantka pisze, że **praca H5 informuje czytelnika, jak i dlaczego zmieniają się właściwości nanostruktur i upraszcza koncepcję kondycjonowania elektrolitu, aby umożliwić dalszą optymalizację anodowania Ti w celu uzyskania kontrolowanych, powtarzalnych i stabilnych nanostruktur, odpowiadających potrzebom konkretnych aplikacji TiO<sub>2</sub>**.

W pracy H8, która powstała pod kierunkiem zespołu badawczego Habilitantki, opisano trzy nowe składy elektrolitów do anodyzacji tytanu, pozwalające otrzymać nanomorfologiczne warstwy ATO modyfikowane atomami wybranych pierwiastków: manganem (Mn), molibdenem (Mo) oraz wolframem (W) insitu podczas jednoetapowej anodyzacji. Habilitantka na podstawie wykonanych badań potwierdziła skuteczność modyfikacji składu chemicznego ATO poprzez zmianę składu elektrolitu. Ponadto w ramach tej publikacji stwierdzono, że po raz pierwszy otrzymano warstwy anodowego tlenku tytanu typu barierowego o nietypowej (20V w elektrolitach zawierających Mo i W), znacznej zawartości azotu. Odnotowano informację,

że wbudowanie wybranych pierwiastków w ATO zmienia wartość jego przerwy energetycznej; a najniższą jej wartość (2,55eV) otrzymano dla próbki modyfikowanej manganem przy napięciu 60V. Wartość przerwy energetycznej tlenków tytanu dla wszystkich badanych dodatków jest w zakresie UV przy napięciu 20V i 40V, natomiast dla próbek przygotowanych przy napięciu 60V jest w zakresie światła widzialnego. PH roztworu elektrolitu znacząco wpływa również na wzrost anodowego tlenku.

W autoreferacie Habilitantka pisze, że „*Notuje się ciągły wzrost wartości rynku biomateriałów oraz znaczący wzrost liczby publikacji naukowych skoncentrowanych na wyrobach biomedycznych i biomateriałach*”. Habilitantka w przedstawionym stwierdzeniu nie odniosła się do żadnej pozycji z literatury. W tej części autoreferatu Habilitantka przetoczyła publikację H7, w której zebrała i scharakteryzowała zastosowanie anodowo wytwarzanych nanomateriałów w zastosowaniach biomedycznych (m.in. implanty kostne) ze szczególnym uwzględnieniem wpływu składu, struktury, topografii oraz morfologii powierzchni, przedstawiła obecny stan wiedzy na temat metod syntezy powierzchniowego nano-morfologicznego tlenku tytanu. Zdefiniowała również wyzwania jakie stawia się anodowych nanomateriałom w zastosowaniach biomedycznych. Habilitantka szczegółowo opisała kalendarium wytwarzania nanorurek tlenku tytanu wraz z podaniem głównych zalet i wad poszczególnych metod.

W publikacji H6 Habilitantka scharakteryzowała metody modyfikacji implantów dentystycznych w skali nano- z wyszczególnieniem metod fizycznych i chemicznych oraz specjalnym podkreśleniem anodyzacji jako sposobu wytwarzania nanomorfologii na tytanie i jego stopach.

Habilitantka w publikacji H3 zbadała wpływ składu elektrolitu oraz składu podłoża na warstwę anodową. Proces anodyzacji zrealizowała w dwóch elektrolitach o różnej lepkości, komercyjnie czystego stopu Ti i dwóch stopów biomedycznych Ti6Al7Nb i Ti6Al4V wykonanych metodą addytywną. W pracy wykazano, że rodzaj elektrolitu i skład chemiczny podłoża ma istotny wpływ na skład tlenku anodowego. Zaobserwowano również zależność wielkości średnicy porów otrzymanego anodowego tlenku tytanu od ilości zanieczyszczeń/pierwiastków stopowych znajdujących się w podłożu.

W trzeciej kategorii Habilitantka odniosła się do swojego osiągnięcia naukowego poprzez scharakteryzowanie matryc tlenkowych ATO do zastosowania jako podłoża kompozytowego typu ATO/Metal szlachetny do powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii ramanowskiej SERS (ang. Surface Enhanced Raman Spectroscopy). W tej części referatu Habilitantka ustosunkowała się do publikacji H2 oraz H9.

W publikacji H9 Habilitantka zbadała wytworzone nanostrukturalne warstwy anodowego tlenku tytanu na czystym tytanie z użyciem metody konwencjonalnego anodowania przy dwóch różnych dobranych zestawach warunków elektrochemicznych. Opracowane warstwy wykazały optymalną integralność strukturalną, po procesie wyżarzania prowadzonego w atmosferze powietrza w temperaturze 450 °C. Zauważalne były również różnice w wewnętrznej średnicy oraz grubości nano-objektów tj. nanoporów i nanorurek ATO. Habilitantka otrzymała najbardziej jednorodną warstwę srebra stosując metodę elektro osadzania Ag na nanoporach ATO, dlatego też próbki te wybrała jako potencjalne podłoże SERS. Jej wyniki wykazały, że najbardziej intensywny sygnał SERS zarejestrowano dla nano-porowatego podłoża ATO/Ag otrzymanego przez osadzanie elektrolityczne srebra na ATO przez 2,5 min przy 1 V. Da jednego podłoża z 0,05 M AgNO<sub>3</sub> (aq.) (analityczny współczynnik wzmocnienia, AEF wynosił  $\sim 5,3 \cdot 10^4$ ), a dla drugiego z 0,025 M AgNO<sub>3</sub> (aq.) (AEF  $\sim 2,7 \cdot 10^2$ ). **Reasumując stwierdziła, że podłoża SERS przedstawione w tej pracy cechują się porównywalnym współczynnikiem wzmocnienia do komercyjnie dostępnych podłoży (SERSitive,  $\sim 2,9 \cdot 10^3$ , rys. 7 str.15 H9).**

### 3. Ocena pozostałego dorobku naukowego

Pozostały dorobek naukowy Habilitantki jest znaczący. Sumarycznie, razem z pozycjami opracowanymi przez Kandydatkę:

1) *przed uzyskaniem stopnia doktora, jej dorobek prezentuje się następująco:*

- współautorstwo piętnastu artykułów w czasopismach naukowych w latach 2009-2014; z których tylko dwa są opublikowane w czasopismach nieposiadających wskaźnika IF;
- dwukrotne pełnienie funkcji kierownika projektu w projektach badawczych

(w tym jednego grantu wewnętrznego) w latach 2011-2014;

- uczestnictwo w trzynastu projektach badawczych jako wykonawca w latach 2008-2016;
- uczestnictwo w szesnastu konferencjach naukowych, w tym dwunastu krajowych i czterech międzynarodowych w latach 2007-2014; przy czym wymieniona w złożonej dokumentacji przez Habilitantkę konferencja „M. Michalska-Domańska, P. Jóźwik, Z. Bojar, Analysis of catalytic properties of Ni<sub>3</sub>Al thin foils for the methanol and hexane decomposition, Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology 59 , 2011, pp. 1616-1619” nie zawiera szczegółowej daty oraz miejscowości, kraju;
- pełnienie funkcji członka w krajowych i międzynarodowych towarzystwach naukowych (3x) (2011-2013 r.).

2) *po uzyskaniu stopnia doktora, jej dorobek prezentuje się następująco:*

- pięciokrotne współautorstwo monografii naukowej w formie książki w latach 2021-2023;
- jedenastokrotne współautorstwo monografii naukowej w formie rozdziałów w latach 2022-2023;
- recenzowanie pięciu monografii naukowych w latach 2021-2023;
- współautorstwo dwudziestu pięciu artykułów w czasopismach naukowych w latach 2015-2023; z których tylko trzy są opublikowane w czasopismach nieposiadających wskaźnika IF;
- siedmiokrotne pełnienie funkcji kierownika projektu w projektach badawczych (w tym finansowanym przez NCN, NCBIR oraz jednostkę macierzystą) w latach 2017-2023;
- uczestnictwo w pięciu projektach badawczych jako wykonawca (lata 2015-2019);
- udział w licznych międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych (35x), przy czym na jedenastu były to wygłoszone referaty na zaproszenie;
- wykazanie się dwukrotnym członkostwem w krajowych i międzynarodowych komitetach organizacjach i naukowych;
- odbycie trzech zagranicznych staży m.in. w Hiszpanii, Holandii, Niemczech w latach 2015-2021;

- pełnienie funkcji redaktora gościnnego w specjalnym wydaniu czasopisma MDPI w roku 2023;
- pełnienie funkcji recenzenta siedemdziesięciu dwóch publikacji w czasopiśmie międzynarodowych o sumarycznym IF=246,16;
- uczestnictwo w 4 zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, w trzech jako recenzent, a jednym jako członek komisji (2021-2023 r.);
- uzyskanie trzech nagród w tym m.in. Nagrody Rektora WAT, Prezesa Rady ministrów oraz dwóch wyróżnień w kategorii „Naukowiec przyszłości 2020” oraz „Złoty Ambasador Innowacyjności 2024”;
- uzyskanie stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla młodych wybitnych naukowców.

Dane bibliometryczne Habilitantki, jako kandydatki ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego są bardzo dobre. Jej wskaźniki bibliometryczne wg bazy Scopus:

- indeks Hirscha: 18,
- liczba cytowań publikacji: 877 (bez autocytoowań: 558).

Po doktoracie Habilitantka w istotny sposób powiększyła swój dorobek naukowy, w tym przede wszystkim w zakresie wieloautorskich publikacji w czasopiśmie z listy JCR.

Reasumując, pozostały dorobek naukowy (nieujęty jako osiągnięcie naukowe) dr Marty Michalskiej-Domańskiej, oceniam jako bardzo dobry.

#### **4. Ocena współpracy z otoczeniem społecznym oraz gospodarczym**

Habilitantka wykazała się dobrą aktywnością oraz współpracą sektora nauki i biznesu. Habilitant nawiązywał wystarczającą współpracę z firmami w zakresie poprawy własności korozyjnych powłok wykonanych z wybranych stopów metali lekkich. Jest współautorką przyznanych dwóch patentów międzynarodowych.

## Wniosek końcowy

W wyniku wykonanej, szczegółowej oceny dorobku naukowego oraz aktywności zawodowej dr Marty Michalskiej-Domańskiej stwierdzam, co następuje:

- dorobek naukowy Habilitantki jest bardzo dobry. Mieści się on w obszarze nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa;
- przedstawiony do oceny zbiór publikacji spełnia kryteria osiągnięcia naukowego stanowiącego znaczący wkład rozwój dziedziny nauki inżynieryjno-techniczne, w dyscyplinie inżynieria materiałowa zgodnie z wymaganiami ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”, Dz. U. z 2020 r. poz. 8.

Stwierdzam zatem, że dr Marta Michalska-Domańska spełnia wymogi stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego.

***Recenzowany wniosek oceniam pozytywnie.***

Z wyrazami szacunku

*M. Musztyfaga-Staszuk*