

Recenzja
osiągnięć naukowo-badawczych, dorobku dydaktycznego
i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej
dr. Wojciecha STĘPNIOWSKIEGO
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego

1. Podstawa prawna wykonania recenzji

Niniejsza recenzja została opracowana na podstawie pisma Dziekana Wydziału Nowych Technologii i Chemii Wojskowej Akademii Technicznej z dnia 20.01.2021 w związku z decyzją Rady Doskonałości Naukowej o powołaniu recenzentów w postępowaniu habilitacyjnym Pana dr. Wojciecha Stępniewskiego.

2. Ogólna charakterystyka Kandydata

Dr Wojciech Stępniewski ukończył studia wyższe na Wydziale Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego w 2007 roku uzyskując tytuł zawodowy magistra. Pracę magisterską pt. *Wysoko uporządkowane struktury nanoporów uzyskiwane na drodze anodyzacji aluminium w kwasie szczawiowym* realizował pod opieką prof. Grzegorza Sulki. Swoją zasadniczą karierę naukową rozpoczął na Wojskowej Akademii Technicznej (WAT), gdzie w 2013 roku uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa. Promotorem rozprawy doktorskiej pt. *Nanostrukturalne Al_2O_3 otrzymywane metodą elektrochemicznej anodyzacji* był prof. dr hab. inż. Zbigniew Bojar.

Habilitant zatrudniony był na WAT od 2009 do 2013 roku na stanowisku asystenta naukowo-dydaktycznego. W roku 2013 został awansowany na adiunkta naukowo dydaktycznego. Na stanowisku tym pracuje do chwili obecnej.

Należy zauważyć, iż Pan W. Stępniewski znaczną część okresu zatrudnienia poświęcił na długotrwałe staże zagraniczne, co jest niezwykle istotne w budowaniu kariery naukowej. Pierwszy staż odbył w Uniwersytecie Technicznym w Delft (TU Delft) w Holandii (09.2016-12.2017). Praktycznie od razu po zakończeniu tego stażu przeniósł się do Lehigh University w Stanach Zjednoczonych, gdzie pracował do listopada 2019 roku. Po zakończeniu stażu w USA dr Stępniewski wrócił na macierzystą uczelnię.

Tematyka badawcza Habilitanta, począwszy już od pracy magisterskiej, a kończąc na niniejszej habilitacji praktycznie w 90% skoncentrowana jest na utlenianiu anodowym, szczególnie aluminium. Rozwinięciem tej tematyki jest elektrochemiczne utlenianie miedzi, nad którym pracował podczas stażu podoktorskiego. Niewątpliwie wskazuje to na fakt, iż

dr Stępniewski jest specjalistą w zakresie utleniania anodowego aluminium i miedzi. W Jego dorobku można także znaleźć kilka prac związanych z inną tematyką badawczą, mianowicie dotyczących wytwarzania pianek na bazie intermetaliku z układu FeAl.

Życiorys zawodowy Habilitanta wskazuje, iż jest On osobą bardzo mobilną i nie są dla niego problemem dłuższe wyjazdy naukowe. Co najważniejsze potrafi współpracować z różnymi zespołami badawczymi, w tym międzynarodowymi, co skutkuje dobrej jakości publikacjami. Analiza życiorysu naukowego dr. Stępniewskiego wyraźnie wskazuje na Jego ciągły rozwój w zakresie utleniania anodowego metali, a także związanej z nim inżynierii materiałowej.

3. Ocena osiągnięcia naukowego wskazanego w przewodzie habilitacyjnym

Jako osiągnięcie naukowe w przewodzie habilitacyjnym dr Wojciech Stępniewski wskazał cykl publikacji pod zbiorczym tytułem *Inżynieria nanostrukturalnych, anodowych powłok tlenkowych*. Cykl ten składa się z 19 artykułów opublikowanych w czasopismach z listy JCR. Do upowszechniania swoich badań Habilitant wybrał czasopisma związane z elektrochemią i inżynierią materiałową, co bardzo dobrze oddaje naturę Jego prac. Wyniki publikował w prestiżowych czasopismach takich jak *Electrochimica Acta* (1x, **TOP10**), *Journal of Electroanalytical Chemistry* (4x) lub *Materials Characterization* (3x) i *Materials Letters* (5x), a także w tych o niższej randze, jak *Polish Journal of Chemical Technology*. Sumaryczny IF cyklu publikacji wynosi 49,209, co daje 2,59 na jedną publikację. Wynik ten jest moim zdaniem zadowalający. Wszystkie artykuły zostały opublikowane po obronie doktoratu Habilitanta i w każdej z nich jest On pierwszym i co najważniejsze autorem korespondencyjnym.

Analiza przedstawionego do recenzji cyklu publikacji budzi pewne refleksje. Mianowicie składa się on z 19 artykułów, w tym aż z 12 dotyczących bezpośrednio utleniania elektrochemicznego aluminium. Tutaj chciałbym zwrócić uwagę, że w zasadzie jest to kontynuacja tematyki badawczej Habilitanta, począwszy od pracy magisterskiej, poprzez rozprawę doktorską, a kończąc na niniejszej habilitacji. Od habilitanta raczej oczekuje się zmiany lub istotnego rozszerzenia tematyki badawczej po doktoracie. Moim zdaniem dr Stępniewski zupełnie niepotrzebnie w niniejszy cykl włączył prace dotyczące aluminium. W szczególności, że z powodzeniem rozpoczął badania nad anodowym utlenianiem miedzi. Tych publikacji z kolei jest 7 (w tym jedna przeglądowa), ich zakres badawczy jest znacząco większy i lepszy niż w przypadku publikacji dotyczących aluminium.

Prace przedstawione w cyklu przez Habilitanta ściśle związane są z elektrochemicznym utlenianiem aluminium lub miedzi. Habilitant badania te dzieli na 4 podobszary: (a) badania podstawowe anodowego tlenku aluminium (ATA); (b) ilościowa ocena uporządkowania anodowego tlenku aluminium; (c) wytwarzanie nanodrutów metalicznych w oparciu o anodowy tlenek aluminium; (d) anodowe utlenianie miedzi. W zasadzie punkt a i b powinny być traktowane jako całość. Punkt (c) bez straty dla całości mógłby być usunięty z niniejszego cyklu publikacji (punkty a i b także, lecz o tym już pisałem). Punkt (d) jest najciekawszy w mojej ocenie.

Prace H1-H10 dotyczą opisu wpływu różnych parametrów (rodzaj, stężenie, lepkość roztworu elektrolitu; temperatura procesu, warunki prądowe) na jakość, a przede wszystkim

uporządkowanie wytwarzanych warstw Al_2O_3 . Prace H1 i H2 są bezpośrednią kontynuacją prac prowadzonych w ramach pracy doktorskiej Habilitanta i polegają jedynie na zmianie parametrów prowadzenia procesu utleniania anodowego. Z kolei w pracach H3-H5 dr Stępniewski podjął się określenia wpływu lepkości roztworu elektrolitu, czy też promienia hydrodynamicznego jonów na wzrost anodowego tlenku aluminium. Stwierdził, że lepkość 0,3 M kwasu szczawowego wpływa na morfologię i uporządkowanie wytwarzanego ATA. Lepkość roztworu była zmieniana poprzez stopniową zamianę wody na glicerol. Nie zgodzę się jednak ze stwierdzeniem, iż „lepkość elektrolitu, 0,3 M kwasu szczawowego, jest odwrotnie proporcjonalna do gęstości prądu, rejestrowanego podczas potencjostatycznej anodyzacji”. Raczej rejestrowana gęstość prądu jest odwrotnie proporcjonalna od lepkości roztworu. To właśnie natężenie prądu będzie zależało od oporu właściwego / przewodnictwa roztworu elektrolitu (oczywiście przy stałej wartości napięcia zaciskowego). Chciałbym zwrócić uwagę na jeszcze jedną rzecz, mianowicie w polskiej terminologii rozróżnia się pojęcia potencjał i napięcie. Potencjał dotyczy elektrody, natomiast napięcie jest mierzone pomiędzy elektrodami i na nie składają się potencjały elektrod, nadpotencjały, spadki napięcia na roztworze elektrolitu, itd. Z analizy publikacji wynika, że proces utleniania prowadzony był przy stałym napięciu zaciskowym na elektrolizerze, a nie przy stałym potencjale. Potencjał elektrod siłą rzeczy nie był mierzony i kontrolowany, a w trakcie procesu zmieniał się (choćby na skutek wzrostu ATA). Swoją drogą należałoby się zastanowić, czy w pracach Habilitant opisał wpływ lepkości roztworu na ATA, czy raczej wpływ składu roztworu. Nasuwa się pytanie, czy przy zmianie glicerolu na inny składnik organiczny, a przy zachowaniu takiej samej lepkości uzyskane wyniki byłyby zbliżone. Z kolei w przypadku pracy H5 badaniom poddany został roztwór kwasu siarkowego(VI) i kwasu chromowego(VI), w którym zmieniały się proporcje kwasów. Ciekawe są prace H6 i H7, które opisują wpływ przygotowania podłoża (obróbka laserem lub odkształcenie) na jakość uzyskanego ATA. Wyniki tych prac mogą mieć istotne znaczenie praktyczne. Z kolei prace H8-H10 dotyczą ilościowego opisu uporządkowania ATA w zależności od stosowanych parametrów procesu utleniania elektrochemicznego aluminium. W tym przypadku Habilitant zastosował wysokorozdzielczą mikroskopię elektronową oraz zaawansowaną obróbkę i analizę obrazów. Tym samym kończy się fragment cyklu publikacji dotyczący bezpośrednio utleniania aluminium. Mogę stwierdzić, że badania były zaplanowane i wykonane prawidłowo. Szkoda, że Habilitant nie pokusił się o szerszą analizę wytworzonego ATA. Mam na myśli to, że prace H1-H10 oparto praktycznie jedynie o mikroskopię elektronową (z drobnymi wyjątkami). Także w mojej ocenie jak na badania podstawowe ATA (punkt (a)) to troszeczkę za mało.

W kolejnej części cyklu publikacji (c) dr Stępniewski podjął się wytwarzania nanodrutów w matrycach wykonanych z ATA. W tym przypadku bardzo istotne jest odpowiednie przygotowanie ATA przed elektroosadzaniem wybranego metalu (w tym przypadku Ni lub Cu). Konieczne jest usunięcie lub bardzo istotne ścinienie tlenkowej warstwy zaporowej. Habilitant wykorzystał tutaj elektrochemiczną spektroskopię impedancyjną do oceny średniej grubości warstwy tlenkowej na dnie porów. Z sukcesem udało mu się wytworzyć dobrej jakości nanodrutu Ni lub Cu. Ponadto chciałem zauważyć, że został tu rozszerzony warsztat badawczy Habilitanta.

W ostatniej serii publikacji (d) można znaleźć informacje o anodowym utlenianiu miedzi. Jak pisałem wcześniej jest to najciekawszy element cyklu publikacji i właśnie o tenże powinna opierać się cała habilitacja. W pierwszych etapach badań stosowane jest utlenianie potencjostatyczne miedzi, głównie w roztworze NaOH lub KOH. Wytworzone tlenki miedzi, w formie nanoigieł zostały szczegółowo przebadane. Habilitant zastosował tu o wiele bardziej zaawansowane metody analityczne niż przypadku charakterystyki ATA. Do charakterystyki tlenków miedzi zastosował spektroskopię fotoelektronów, dyfrakcję rentgenowską, a także wysoko (a nie wysoce) rozdzielczą transmisyjną mikroskopię elektronową. W kolejnym etapie badań zastosował już klasyczne, dwuelektrodowe utlenianie miedzi. Uzyskane wyniki są bardzo cenne i wnoszą nową wiedzę zarówno w zakresie elektrochemii jak i inżynierii materiałowej. Jednakże chciałbym zwrócić uwagę na błędy, które pojawiły się również w tej części opracowania. Mianowicie słowo pasywacja jest tutaj nieprawidłowo używane. Pasywacja oznacza przechodzenie metalu w stan pasywny, czyli taki w którym znacznemu ograniczeniu ulega jego reaktywność i tym samym szybkość reakcji jego utleniania. Następuje to na skutek pokrywania się metalu szczelną warstwą nierozpuszczalnych związków, np., tlenków. Dzięki właściwościom pasywnym metale aktywne elektrochemiczne stają się odporne na korozję. W przypadku prac dr. Stępniewskiego trudno mówić o pasywacji, gdyż nie wytwarzał on zwartych warstw tlenkowych prowadzących do praktycznie całkowitego zablokowania przepływu prądu. Właściwym określeniem powinno być zatem utlenianie elektrochemiczne. Ponadto chciałbym zwrócić uwagę na opis prac zawartych w pracy H18. Habilitant pisze o cyklu zużycia elektrolitu i w zasadzie nie wiadomo co ten cykl oznacza. Czy roztwór był regenerowany? Raczej nie. Elektrolit po prostu ulegał zużyciu. Opis form jonowych miedzi mogących występować w roztworze został bezpośrednio zaczerpnięty z literatury bez jakiegokolwiek potwierdzenia. Habilitant pisze też o równowadze, o jaką równowagę zatem chodzi – jonową? Równowagę czego z czym? pH z kolei nie będzie spadało, lecz ulegało obniżeniu. Krzywą polaryzacyjną rejestruje się, a nie prowadzi.

Analiza przedstawionego cyklu publikacji pozwala na stwierdzenie, iż Habilitant z upływem czasu nieprzerwanie pogłębiał swoją wiedzę w zakresie stosowania różnych technik analitycznych oraz z sukcesem je stosował. O ile w Jego pierwszych publikacjach nie były stosowane zaawansowane techniki badawcze, to w kolejnych można odnaleźć całe spektrum komplementarnych metod analitycznych. Dr Stępniewski stosował techniki FE-SEM, EDX, XPS, XRD, TEM, a także cały szereg metod elektrochemicznych (badania polaryzacyjne, elektrochemiczna spektroskopia impedancyjna). Co najważniejsze duża część jego publikacji powstała w wyniku pobytu w zagranicznym ośrodku naukowym, co zdecydowanie poszerzyło jego horyzonty badawcze.

Moja ocena osiągnięcia naukowego jest pozytywna. Habilitant spełnił tu wszelkie stawiane takim opracowaniom warunki – sformułował problem badawczy, postawił hipotezy, zaplanował badania i je wykonywał oraz koordynował, korespondował z redakcjami czasopism, a także był pierwszym autorem w publikacjach. Badania zostały wykonane zgodnie ze sztuką i opublikowane w szeregu bardzo dobrych czasopism. Potwierdzeniem kluczowej roli Habilitanta w powstaniu publikacji są oświadczenia Jego

współautorów. Uważam, że Jego badania wniosły istotny wkład w reprezentowaną przez Niego dyscyplinę.

4. Ocena dorobku naukowego

Dr Wojciech Stępniewski naukowo związany jest z Wojskową Akademią Techniczną, gdzie zrobił doktorat i następnie kontynuował swoją karierę. W tym czasie odbył dwa długoterminowe staże – jeden w Holandii, drugi w USA, gdzie zdecydowanie rozszerzył swój warsztat badawczy, a także tematykę naukową. W TU Delft zajmował się między innymi nanostrukturyzacją półprzewodników diamentowych z wykorzystaniem ATA. Ważnym zagadnieniem było też opracowywanie nowej generacji warstw konwersyjnych na aluminium stosowanym w lotnictwie. Jest to wprost związane z dyrektywami UE nakazującymi praktycznie całkowite usunięcie związków chromu sześciowartościowego z praktyki przemysłowej. Badania te były finansowane w ramach dużego projektu badawczego, w którym TU Delft był konsorcjantem, a dr Stępniewski wykonawcą. Habilitant w TU Delft rozpoczął także badania nad anodowym utlenianiem miedzi. Badania te kontynuował podczas prawie dwuletniego stażu w Lehigh University w USA, a powstałe na ich bazie publikacje stanowią dużą część osiągnięcia wskazanego przez dr. Stępniewskiego. Jest to ważne, ponieważ wskazuje, iż Habilitant jest bardzo mobilny, nie boi się współpracy i podejmuje nowe wyzwania.

Efektem Jego pracy naukowej było opublikowanie w sumie 54 prac w czasopismach z listy JCR. Należy zauważyć, że Habilitant od początku swojej kariery naukowej publikował w czasopismach zagranicznych. Trudno znaleźć w Jego dorobku prace w polskich czasopismach. W żadnym wypadku nie jest to wada, lecz czasami warto pokazać się na rodzimym rynku, ponieważ w ten sposób łatwiej dotrzeć do polskich przedsiębiorców, którzy raczej nie czytują obcojęzycznej prasy naukowej. Prace Habilitanta były cytowane ponad 1200 razy, a Jego indeks h jest równy 18. Wartości te należy uznać za ponadprzeciętne, niezależnie od reprezentowanej przez Habilitanta dyscypliny naukowej, w szczególności patrząc na Jego wiek i etap kariery naukowej. (dane na dzień 21.02.2021, na podstawie bazy Scopus, z wykluczeniem autocytowań)

Kandydat prezentował swoje badania sześć razy na konferencjach zagranicznych w formie wykładów, w tym trzech na zaproszenie. Nie znalazłem informacji o prezentacji wyników w formie posterów. Moim zdaniem Habilitant powinien częściej prezentować wyniki swoich badań gronu naukowemu.

Bardzo ważnym aspektem pracy naukowca jest także realizacja projektów badawczych. Habilitant był wykonawcą w 9 projektach badawczych, w tym w jednym międzynarodowym. Ponadto jest kierownikiem projektu badawczego typu Polskie Powroty finansowanego przez NAWA. Udział dr. Stępniewskiego w licznych projektach potwierdza umiejętność Jego współpracy z innymi naukowcami.

Habilitant jest pracownikiem uczelni technicznej, tak więc zastanawia mnie praktycznie całkowity brak współpracy z podmiotami przemysłowymi, a także brak patentów, czy nawet zgłoszeń patentowych. Współpraca z otoczeniem gospodarczym powinna być nieodzowną częścią pracy naukowców z uczelni o charakterze aplikacyjnym. Stąd też uważam, że dr Stępniewski powinien temu tematowi poświęcić więcej czasu.

Badania naukowe prowadzone przez dr. W. Stępniewskiego, zarówno własnego pomysłu, jak i we współpracy są na bardzo dobrym poziomie, o czym świadczy jakość przyjmujących je do druku czasopism. Działalność naukową, a w szczególności współpracę międzynarodową, uznaję za bardzo dobrą.

5. Ocena pozostałego dorobku, w tym dydaktycznego i organizacyjnego

Dr W. Stępniewski jest rozpoznawalnym naukowcem na arenie międzynarodowej, o czym świadczy liczba zleconych mu recenzji publikacji naukowych – aż 77. Recenzował On prace dla uznanych czasopism takich jak m.in. Surface and Coatings Technology, Materials Letters, Journal of Electroanalytical Chemistry, czy Electrochimica Acta. Oprócz tego recenzował cztery artykuły dla Inżynierii Materiałowej. Niestety Habilitant nie brał udziału w recenzowaniu projektów badawczych.

Habilitant na macierzystym wydziale prowadził szereg zajęć dydaktycznych, praktycznie wszystkich rodzajów, począwszy od laboratoriów, kończąc na wykładach. Co warto zauważyć to prowadzenie zajęć w formie ćwiczeń lub wykładów w TU Delft i Lehigh University, podczas pobytów naukowych. Habilitant kierował raczej niewielką liczbą prac magisterskich i inżynierskich, w sumie siedem, z tego dwie prace magisterskie były realizowane w USA. Dr. Stępniewskiemu nie powierzono promotorstwa pomocniczego w żadnym przewodzie doktorskim, lecz uważam, że nie jest to wada, ponieważ przez dużą część zatrudnienia na WAT był nieobecny (staże podoktorskie).

Dr Stępniewski był także trzy razy członkiem komitetu naukowego lub organizacyjnego międzynarodowych konferencji zagranicznych.

Działalność naukowa Habilitanta została zauważona przez różne grona, czego wynikiem było przyznanie prestiżowych nagród, np. Stypendium Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej START 2014, a także Stypendium MNiSW dla Młodych Naukowców (2015-2018).

Uwzględniając doświadczenie Habilitanta zdobyte w ramach współpracy z polskimi i zagranicznymi ośrodkami naukowymi, recenzowanie licznych publikacji, w szczególności dla czasopism z listy JCR, oceniam Jego pozostałą działalność w obszarze nauki jako bardzo dobrą.

6. Wniosek końcowy

Zanim postawię wniosek końcowy chciałbym zwrócić uwagę na styl pisania autoreferatu przez Habilitanta. Mianowicie kandydat do stopnia naukowego doktora habilitowanego powinien pisać precyzyjnie, nie powinien pozostawiać niedomówień, a także powinien pisać poprawnym językiem. Za chwilę On sam będzie poprawiał dysertacje doktorskie, pisał recenzje, itd. Przedstawiony do oceny autoreferat jest napisany bardzo nierówno – raz w formie osobowej, raz bezosobowo. W pewnym momencie odniosłem wrażenie, że czytam nie opis osiągnięć Habilitanta, lecz już gotową recenzję. Ponadto w tekście znajduje się wiele błędów językowych, stylistycznych, co czasami utrudnia czytanie.

Na podstawie oceny osiągnięcia naukowego zatytułowanego *Inżynieria nanostrukturalnych, anodowych powłok tlenkowych*, dorobku naukowego, w szczególności

uzyskanego we współpracy międzynarodowej, dydaktycznego i organizacyjnego stwierdzam, iż dr Wojciech Stępniewski spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego, a określone w obowiązującej Ustawie o stopniach i tytule naukowym.

Wnoszę zatem do Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa (Wojskowa Akademia Techniczna) o nadanie dr. Wojciechowi Stępniewskiemu stopnia doktora habilitowanego.

Wojciech Siul