

RECENZJA

**osiągnięć i dorobku naukowego dr inż. Przemysława Kwolka
w postępowaniu habilitacyjnym
w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa,
zatytułowanym:
„Odporność na korozję konstrukcyjnych stopów aluminium w
technologicznych roztworach kwaśnych zawierających związki
molibdenu, wolframu i wanadu”**

wykonana na zlecenie Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Warszawskiej z dnia 25 marca 2022 roku na podstawie art. 221 ust. 5 ustawy z dnia 20 lipca 2018r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478, z późn. zm.) oraz na podstawie § 49 ust.3 pkt 1 Statutu PW, § 3 ust. 6 załącznika do uchwały nr 66/L/2020 Senatu PW z dnia 16 grudnia 20202 r. w sprawie szczegółowego trybu postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego, zasad ustalania wysokości opłaty za postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego oraz zwalniania z niej i sposobu wyznaczania członków komisji habilitacyjnej, a także pisma Rady Doskonałości Naukowej, znak Z2.4000.143.2021.2.IB z dnia 2 listopada 2021 r.

1. Dorobek naukowy Kandydata

Dr inż. Przemysław Kwolek odbył studia magisterskie na Wydziale Metali Nieżelaznych Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, uzyskując w czerwcu 2010 roku dyplom magistra inżyniera na kierunku - metalurgia, w specjalności - ochrona metali przed korozją za pracę pt.: „Synteza chemiczna i własności cienkich warstw siarczku kadmu” wykonaną pod promotorstwem prof. dr hab. Konrada Szaciłowskiego. W tym samym roku Recenzowany rozpoczął studia doktoranckie na Wydziale Metali Nieżelaznych Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie pod kierunkiem dotychczasowego opiekuna naukowego

i kierownika pracy magisterskiej. Zagadnienia, którymi Oceniany zajmował się w tym okresie, dotyczyły syntezy proszków półprzewodnikowych metodą hydrotermalną w celu otrzymania materiałów na bazie ortowanadanu bizmutu, tlenojodku bizmutu i molibdenianu ołowiu, badaniu ich składu fazowego, struktury krystalicznej i morfologii pod kątem analizy właściwości fotoelektrochemicznych. W tym okresie Habilitant intensywnie podnosił swoje kwalifikacje w obszarze własnych zainteresowań badawczych uczestnicząc w szkoleniach z zakresu elektrochemii i fotoelektrochemii prowadzonych przez wiele, w większości zagranicznych, ośrodków naukowych:

- Helmholtz Zentrum Berlin - European Summer School on Photovoltaics and New Concepts of Quantum Solar Energy Conversion (2011),
- California Institute of Technology - JCAP Solar Fuels Winter School (2013),
- University of Bath - Bath Electrochemistry Winter School (2014).
- Ukończył 30 godzinny kurs elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej prowadzony przez prof. A. Lasie (University of Sherbrooke, Kanada) na Uniwersytecie Śląskim.

Zdobyte doświadczenie pozwoliło Kandydatowi na uczestnictwo, jako wykonawca w międzynarodowym projekcie badawczym ENIAC Joint Undertaking "MERCURE: Micro and Nano Technologies Based on Wide Band Gap Materials for Future Transmitting Receiving and Sensing Systems" nr 4.4.180.70100/P07, realizowanym we współpracy z National Institute for Research and Development in Microtechnologies w Bukareszcie, a dotyczącym zagadnień związanych z wytwarzaniem pochłaniających wodę warstw polimerowych do zastosowania w sensorach wilgoci.

Ukoronowaniem tego okresu działalności badawczej Habilitanta, prowadzonej pod kierunkiem prof. dr hab. Konrada Szaciłowskiego było opublikowanie w latach 2010-2014 znaczącej, jak na doktoranta, liczby 12 publikacji naukowych, na którą składało się: siedem publikacji z bazy JCR, w tym jedna z imponującym $IF=11,016$ oraz trzy publikacje w czasopismach ujętych w wykazie MNiSW i dwie prace nieindeksowane opublikowane w Zeszytach Studenckiego Towarzystwa Naukowego. Ponadto był współautorem rozdziału pt.: Hybrid semiconducting materials: new perspectives for molecular-scale information processing opublikowanego w monografii o międzynarodowym zasięgu: Molecular and Supramolecular Information Processing, wydanej w 2012 roku przez, Wiley-VCH GmbH.

Te dokonania niewątpliwie przyczyniły się do uzyskania przez Pana mgr inż. Przemysława Kwolka w dniu 10 czerwca 2014 roku stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa, specjalność inżynieria nanoproszków i materiałów półprzewodnikowych na Wydziale Metali Nieżelaznych Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie za rozprawę pt. „Synteza i właściwości szerokopasmowych półprzewodników tlenkowych dla potrzeb elektroniki molekularnej”. Jednocześnie, przed obroną doktoratu Recenzowany został zatrudniony w marcu 2014 roku na etacie asystenta, a we wrześniu tego samego roku, po uzyskaniu stopnia doktora awansowała na etat adiunkta w grupie pracowników badawczo-dydaktycznych w Katedrze Nauki o Materiałach na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej, na którym jest zatrudniony do chwili obecnej.

Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant, kontynuował problematykę badań w obszarze fotoelektrochemii półprzewodników, współpracując z zespołem badawczym z Akademickiego Centrum Materiałów i Nanotechnologii AGH, kierowanym przez prof. Konrada Szaciłowskiego, jednakże z racji zatrudnienia w Katedrze Nauki o Materiałach na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej jego zainteresowania badawcze zmieniły profil, koncentrując się na ochronie przed korozją stopów aluminium powszechnie wykorzystywanych w lotnictwie. Wchodząc w nowy obszar zainteresowań naukowych, Habilitant w celu dokonywania dogłębnych i poprawnych analiz w aspekcie chemicznych właściwości stopów lekkich na bazie aluminium, zdając sobie sprawę z aspektów środowiskowego oddziaływania na złożoną strukturę tych stopów, których szeroko rozumiane właściwości użytkowe zależą od zachodzących zjawisk wydzieleniowych, nawiązał wielotematyczną współpracę naukową z krajowymi i zagranicznymi ośrodkami naukowymi. W obszarze analiz składu chemicznego produktów korozji współpracuje z Akademickim Centrum Materiałów i Nanotechnologii AGH, natomiast zagadnienia związane ze spektrofotometrią tlenku molibdenu Mo_5O_{14} , tzw. „błękitu molibdenowego” i planowane przyszłe prace w zakresie inhibitorów korozji rozwiązuje wspólnie z pracownikami Wydziału Nieżelaznych AGH. W obszarze wymienionych zagadnień współpracuje także ściśle z Wydziałem Chemii Fizycznej i Inżynierii Materiałowej Uniwersytetu w Szegedzie.

Oprócz badań prowadzonych w zakresie ochrony korozyjnej stopów aluminium Kandydat z wymiernymi sukcesami zajmuje się także zagadnieniami właściwości chemicznych innych stopów, szeroko wykorzystywanych w lotnictwie, a mianowicie

stopów magnezu. Jego działalność w tym aspekcie, prowadzona we współpracy ze znanym, światowym producentem silników i osprzętu lotniczego jakim jest przedsiębiorstwo Pratt & Whitney, w ramach Programu Badań Stosowanych NCBiR, zaowocowała patentem na terenie USA oraz zgłoszeniami patentowymi na terenie Unii Europejskiej i Kanady.

Oprócz tego głównego profilu działalności naukowo badawczej, związanej niewątpliwie z obecnym miejscem zatrudnienia, Habilitant w dalszym ciągu, niejako równolegle, kontynuuje zagadnienia rozpoczęte w czasie studiów doktoranckich, dotyczące zagadnień odzysku metali, w tym metali szlachetnych, z roztworów wodnych i syntezy ich nanocząstek. Także na tym polu badawczym może pochwalić się sukcesami w postaci dwóch patentów i jednego zgłoszenia patentowego.

Wyniki tak szerokiej i wielowątkowej działalności naukowej Habilitant przedstawił w licznych artykułach naukowych oraz prezentował na konferencjach o zasięgu zarówno krajowym jak i międzynarodowym. Zgodnie z załączonym do wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego, wykazem osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa dr inż. Przemysław Kwolek w okresie po uzyskaniu stopnia doktora opublikował 32 (trzydzieści dwa) artykuły naukowe, a także zaprezentował 7 (siedem) wystąpień konferencyjnych. Recenzowany zgłasza także jako swój dorobek współautorstwo rozdziału pt.: Unconventional computing realized with hybrid materials exhibiting the PhotoElectrochemical Photocurrent Switching (PEPS) Effect w monografii *Advances in Unconventional Computing Vol. 2: Prototypes, Models and Algorithms* wydanej przez Springer-Verlag w Nowym Yorku w 2017 roku, którą w różnych informatorach przedstawia się jako pierwszą encyklopedyczną formę prezentacji badań i obliczeń w interdyscyplinarnym obszarze analiz na styku informatyki, fizyki, matematyki, chemii, elektroniki, biologii, materiałoznawstwa i nanotechnologii.

Na podkreślenie zasługuje fakt, iż spośród opublikowanych po doktoracie (wg załączonego wykazu), 32 artykułów aż 24 znajdują się w bazie WoS i 25 w bazie Scopus. Niemniej jednak analizując chociażby bazę Scopus można zauważyć, iż na dzień 31.05.2022 liczba ta jest zaniżona i wynosi 29 publikacji. Całokształt działalności publikacyjnej dr inż. Przemysława Kwolka skutkuje uzyskaniem indeksu Hirscha na poziomie $h=12$ zarówno w bazie WoS jak i Scopus z autocytowaniami oraz $h=9$ bez autocytowań (baza Scopus), podczas gdy Habilitant indeks Hirscha bez autocytowań określa w załączonej dokumentacji na poziomie $h=11$. Skąd ta nieścisłość? Podobne uchybienie występuje także przy podawaniu

liczby cytowań bez autopowałań zgodnie z bazą Scopus. Kandydat w dniu składania wniosku deklaruja, iż wynosi ona 267 pozycji, podczas gdy na dzień 31.05.2022 baza Scopus określa ja na 228 pozycji. Niemniej jednak te nieścisłości nie mogą podważyć faktu, iż prace Habilitanta są czytane i cytowane, o czym świadczy wyraźny wzrost powołań publikacyjnych na wyniki Jego badań, obserwowany w okresie od dnia złożenia wniosku, tj. 26.10.2021 do dnia 31.05.2022. W tym okresie wg bazy WoS liczba cytowani wzrosła z 348 do 391, a wg bazy Scopus z 347 do 378. Fakt ten ewidentnie świadczy, iż prezentowane przez dr inż. Przemysława Kwolka wyniki i analizy badań są dobrze postrzegane w międzynarodowym środowisku naukowym.

2. Ocena dorobku dydaktycznego, organizacyjnego oraz popularyzatorskiego

Doświadczenie na płaszczyźnie dydaktycznej dr inż. Przemysław Kwolek zaczął zdobywać już w trakcie studiów doktoranckich realizowanych w Akademii Górniczo Hutniczej, gdzie po ukończeniu Studium Doskonalenia Dydaktycznego dla Pracowników i Doktorantów AGH, prowadził ćwiczenia laboratoryjne z przedmiotów: „Chemia fizyczna”, „Metalurgia Metali Szlachetnych” i „Recykling Metali” dla studentów studiów inżynierskich i magisterskich. Po obronie doktoratu i uzyskaniu zatrudnienia w grupie pracowników badawczo-dydaktycznych w Katedrze Nauki o Materiałach na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej początkowo prowadził ćwiczenia laboratoryjne z przedmiotów: „Materiały konstrukcyjne” i „Materiały inżynierskie” dla studentów kierunku mechanika i budowa maszyn oraz energetyka.

Jednocześnie, od początku zatrudnienia w Politechnice Rzeszowskiej na kierunku inżynieria materiałowa dla studiów I i II stopnia opracował programy nauczania oraz prowadził zajęcia dydaktyczne w formie wykładów, ćwiczeń audytoryjnych i laboratoryjnych z przedmiotów: „Nauka o materiałach”, „Gospodarka materiałowa i recykling materiałów” oraz „Fizykochemia powierzchni”. Od roku akademickiego 2020/2021 prowadzi także wykłady z przedmiotu „Wprowadzenie do inżynierii materiałowej”. Zatrudnienie Habilitanta w jednostce zajmującej się badaniami w obszarze materiałów stosowanych w lotnictwie stanowiło dla Recenzowanego, zajmującego się do tej pory właściwościami szerokopasmowych półprzewodników tlenkowych dla potrzeb elektroniki molekularnej, niewątpliwie wyzwanie zarówno na polu badawczym jak i dydaktycznym. Niemniej jednak, jak wynika z informacji przedstawionych w załączonej dokumentacji, zagadnienia związane z obszarem stopów lekkich w ujęciu materiałowym zostały przez Kandydata opanowane bardzo szybko, pozwalając na prowadzenie wykładów dotyczących ochrony przed korozją stopów aluminium na Uniwersytecie w Aveiro w Portugalii w ramach programu Erasmus+ /STA (13-17.03.2017 r.). Ponadto w

ośmioletnim okresie zatrudnienia wypromował 14 inżynierów i kierował czterema pracami magisterskimi, recenzując także cztery prace inżynierskie. O ciągłym rozwoju Habilitanta, jako dydaktyka, ale i mentora w nowych dla Ocenianego obszarach inżynierii materiałowej, świadczy niewątpliwie promotorstwo pomocnicze dwóch prac doktorskich dotyczących zagadnień związanych z jakościową i ilościową oceną wtrąceń niemetalicznych w stopach metali (2016r.) oraz morfologii mikrostruktury i właściwości warstwy wierzchniej kół zębatych ze stali AISI 9310 wytwarzanych metodą nawęglania próżniowego (2021r.).

Oprócz obligatoryjnej, wynikającej z obowiązków pracownika badawczo-dydaktycznego pracy ze studentami, w ramach działalności popularyzującej naukę prowadzi wykłady w ramach spotkań Koła naukowego inżynierii materiałowej AMSA (Aerospace Materials Students' Association) działającego przy Katedrze Nauki o Materiałach, biorąc jednocześnie czynny udział w Seminariach Inżynierii Materiałowej. Współuczestniczy także w pracach organizacyjnych w Katedrze Nauki o Materiałach, gdzie od 2019 roku pełni funkcję sekretarza komisji rekrutującej studentów do Szkoły Doktorskiej Nauk Inżynieryjno-Technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

Obok obowiązków dydaktycznych dr inż. Przemysław Kwolek silnie angażuje się w prace badawcze realizowane w ramach projektów badawczych pozyskanych w drodze konkursów. Przed uzyskaniem stopnia doktora kierował dwoma projektami finansowanymi w ramach III edycji programu Iuventus Plus (MNiSW) oraz konkursu PRELUDIUM 3 (NCN), a także był wykonawcą w dwóch projektach finansowanych przez NCN i w jednym projekcie finansowanym przez ENIAC Joint Undertaking. Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant w dalszym ciągu intensywnie spełnia się naukowo w realizacji projektów badawczych, kierując działaniami w ramach pracy pozyskanej w konkursie SONATA 12 oraz będąc wykonawcą w sześciu innych projektach, w tym pozyskanych w ramach programów TECHMATSTRATEG czy też Programu Badań Stosowanych, Demonstrator+, INNOLOT i OPUS 10.

Oprócz własnych zainteresowań naukowych realizowanych w ramach prowadzonych prac badawczych dr inż. Przemysław Kwolek na bieżąco śledzi trendy we współczesnej inżynierii materiałowej angażując się w proces recenzowania artykułów naukowych. Według załącznika 4 Oceniany wykonał 34 recenzje, wszystkie w czasopismach z listy JCR, w tym w periodykach o bardzo wysokiej renomie, o współczynniku wpływu IF dochodzącym nawet do 19,503 (Applied Catalysis B Environmental). Jednocześnie, od kwietnia 2021 jest edytorem specjalnego wydania czasopisma Metals, pt. Electrochemical Processes at Metallic Electrodes - Corrosion and Protection, wydawnictwa MDPI o współczynniku wpływu IF=2,351, klasyfikowanym na liście MNiSW w kategorii czasopism ocenianych na 70 pkt. Ponadto, od marca 2021 Habilitant jest członkiem Polskiego Stowarzyszenia Korozyjnego.

Tak szeroka działalność naukowo-badawcza dr inż. Przemysława Kwolka nie mogłaby być prowadzona bez współpracy ze środowiskiem społeczno-gospodarczym. Charakter prac prowadzonych w Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego i Katedrze Nauki o Materiałach Politechniki Rzeszowskiej oraz lokalizacja przemysłu lotniczego w południowo-wschodniej Polsce niejako w sposób naturalny wskazuje i dyktuje poszukiwanie partnerów gospodarczych w bezpośredniej bliskości, czyli z obszaru tzw. „doliny lotniczej”. Dlatego też, nie dziwi, iż współpraca Habilitanta z sektorem gospodarczym głównie polega na realizacji wspólnych przedsięwzięć z przedsiębiorstwem Pratt&Whitney Rzeszów, będącym światowej klasy producentem silników lotniczych do śmigłowców oraz samolotów. Doprowadziła ona do opracowania w ramach współpracy szeregu rozwiązań technologiczno-materiałowych do których należą w szczególności:

- technologia wytwarzania warstw odpornych na korozję na stopach magnezu metodą utleniania jarzeniowego;
- podwyższenie odporności na zużycie w warunkach tarcia powłok wytwarzanych na podłożu stopów magnezu i aluminium w procesach utleniania jarzeniowego i anodowania twardego ;
- opracowanie technologii wytwarzania powłok ochronnych na podłożu odlewniczych stopów aluminium w procesie utleniania jarzeniowego.

Oprócz współpracy z Pratt&Whitney dr inż. Przemysław Kwolek od 2016 roku działa wspólnie z firmą ChM Sp. z o.o., liderem na polskim rynku w projektowaniu, wytwarzaniu i dostarczaniu systemów implantacyjnych do leczenia narządów ruchu, w zakresie procesów wytwarzania powłok ochronnych na podłożu ze stopu EN AW-5005.

Jednakże nie tylko uznane i duże firmy korzystają z wiedzy Habilitowanego. Wg danych przedstawionych w załączniku 4 uczestniczył jako kierownik bądź wykonawca w siedmiu pracach ekspertyzowych w zakresie ochrony przed korozją, czy też analizy uszkodzeń korozyjnych, wykonanych na zlecenie przedsiębiorstw z całej Polski.

Szeroka współpraca z przemysłem, ściśle ukierunkowana na zagadnienia wytwarzania powłok ochronnych zaowocowała otrzymaniem w maju 2021 roku patentu US11001927B2 na obszarze USA. Jednocześnie opracowane przy udziale Habilitanta wyniki tej współpracy zgłoszono do ochrony patentowej na terenie Unii Europejskiej i Kanady.

Tak efektywna działalność w obszarze naukowo-badawczym, połączona z kształceniem studentów nie mogła zostać niedoceniona. Zgodnie z danymi przedstawionymi w pkt 7 załącznika 3, dr inż. Przemysław Kwolek, począwszy od roku 2010 był wielokrotnie nagradzany za swoje osiągnięcia przez wiele stowarzyszeń i fundacji promujących naukę. Niemniej jednak należy podkreślić, iż trzykrotne wyróżnienie Habilitanta nagrodą Rektora Politechniki Rzeszowskiej świadczy o ciągłym, wysokim poziomie prac prezentowany przez Recenzowanego, czego ukoronowaniem było przyznanie dr Kwolkowi w roku 2019 Polskiej Nagrody Inteligentnego Rozwoju, będącej wizerunkowym wyróżnieniem dedykowanym osobom prowadzącym

innowacyjną działalność ukierunkowaną na konkretny efekt dla praktyki gospodarczej połączonej z pożytkiem dla społeczeństwa.

3. Ocena zawartości i poziomu naukowego przedstawionego w formie cyklu powiązanych artykułów naukowych osiągnięcia, będącego podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego

Zgodnie z załączoną dokumentacją dr inż. Przemysław Kwolek, jako osiągnięcie wynikające z art. 219 ust. 1. pkt 2b ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (j.t. Dz. U. z 2021 r. poz. 478, z późn. zm.) wskazał cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie 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, zatytułowany: **„Odporność na korozję konstrukcyjnych stopów aluminium w technologicznych roztworach kwaśnych zawierających związki molibdenu, wolframu i wanadu”**

Przedłożone do recenzji w postępowaniu habilitacyjnym osiągnięcie naukowe dr inż. Przemysława Kwolka obejmuje zagadnienia dotyczące wytwarzania powłok ochronnych na stopach aluminium. Habilitant zwraca uwagę, iż w celu jednoczesnego zwiększenia odporności na korozję i zużycia w warunkach tarcia stosowane są procesy twardego anodowania lub coraz częściej utleniania jarzeniowego, wymagające jednak stosowania na etapie trawienia podłoża, inhibitorów korozji. Obecnie w tym celu stosuje się powszechnie tlenek chromu (VI) CrO_3 , tworzący po rozpuszczeniu się w roztworze kwaśnym aniony polichromianowe, które jak wszystkie związki chemiczne zawierające Cr(VI) są silnie toksyczne. Właściwości te wymuszają opracowanie składu chemicznego inhibitorów korozji mniej toksycznych w porównaniu do anionów polichromianowych. Zagadnieniu temu Recenzowany poświęcił pierwszą część zgłoszonego osiągnięcia, na którą składają się prace [A1-A3]. Na podstawie analizy literatury Recenzowany stwierdza, iż rozpuszczalne w wodzie sole metali zewnętrzno-przebiegowych - molibdenian(VI) sodu Na_2MoO_4 , wolframian(VI) sodu Na_2WO_4 i ortowanadan(V) sodu Na_3VO_4 wykazują właściwości chemiczne zbliżone do chromianów, czyli wymienione związki Mo, W i V mogą być inhibitorami korozji stopów aluminium w roztworach kwaśnych, cechując się jednocześnie znacznie mniejszą toksycznością w porównaniu do tlenku chromu(VI). Założenie to Habilitant pozytywnie zweryfikował w pracy [A1], w której analizując kinetykę procesu korozji technicznego aluminium AW-1050 w wodnych roztworach kwasu ortofosforowego, dochodząc do wniosku iż Na_2MoO_4 działa jako dobry inhibitor korozji aluminium w roztworze kwasu ortofosforowego w zakresie temperatur od 290 do 323 K. Jednocześnie stwierdził, iż mechanizm ochrony przed korozją jest złożony i składa się z dwóch procesów: adsorpcji anionów $\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}^{3-}$ na dodatnio naładowanej powierzchni aluminium oraz z drugiego, pomocniczego polegającego na tworzeniu powłoki

konwersyjnej. Ostatecznie w wyniku analiz Kandydat stwierdził, iż molibdenian sodu może być z powodzeniem stosowany zamiast trójtlenku chromu w roztworach stosowanych w przemyśle do usuwania powłok anodowych oraz grawimetrycznego oznaczania ich masy i grubości. Niemniej jednak, wg Habilitanta kinetyka korozji aluminium w roztworach wodnych H_3PO_4 w obecności Na_2MoO_4 , pomimo wielu badań prowadzonych metodą grawimetryczną, gazometryczną i elektrochemiczną, nie wyjaśnia w pełni mechanizmu spowalniania korozji. Dlatego też w kolejnej pracy [A2], jak stwierdza Opiniowany, po raz pierwszy zastosowano analizę spektrofotometryczną do oceny korozji aluminium w roztworach H_3PO_4/Na_2MoO_4 . Badano zmianę absorbancji roztworów w funkcji czasu, temperatury i początkowego stężenia molibdenianu sodu, stwierdzając iż nie tylko błękit fosfomolibdenowy jest odpowiedzialny za hamowanie korozji. Analizując uzyskane wyniki badań Habilitant krytycznie odnosi się do wcześniej prezentowanych analiz, stwierdzając iż zastosowana analiza spektrofotometryczna roztworów o różnym początkowym stężeniu molibdenianu sodu pozwoliła wykazać, iż istnieją co najmniej dwa produkty redukcji kwasu molibdofosforowego glinem, których stechiometria jest trudna do określenia co jednocześnie nie pozwala na określenie, których z tych produktów jest inhibitorem korozji.

Kolejnym zagadnieniem, na które uwagę zwraca Recenzowany w pracy [A3] jest zdolność rozpuszczania powłoki anodowej przez Na_2MoO_4 . Dr Kwolek zauważa, iż idealny inhibitor korozji powinien nie tylko zmniejszać szybkość korozji podłoża metalicznego, ale także nie powinien wpływać na szybkość rozpuszczania powłoki anodowej. Habilitant stwierdza jednocześnie, że chociaż kinetyka korozji aluminium w roztworach kwaśnych w obecności molibdenianu sodu była już badana, to wpływ tego inhibitora na kinetykę rozpuszczania powłoki anodowej nie był jeszcze omawiany. W związku z powyższym jako cel pracy [A3] przyjęto określenie wpływu początkowego stężenia Na_2MoO_4 na szybkość rozpuszczania powłok anodowych wytworzonych na stopie aluminium AW-5005 w wodnym roztworze H_3PO_4 . W wyniku przeprowadzonych analiz Habilitant zauważył, iż molibdenian sodu znacznie utrudnia rozpuszczanie powłok anodowych, ponieważ związki kwasu molibdofosforowego, powstałe po rozpuszczeniu molibdenianu sodu w kwasie ortofosforowym adsorbują się na powierzchni powłoki anodowej oraz w jej porach. Na tym etapie analiz Recenzowany stwierdza także, iż przydatność molibdenianu sodu jako zamiennika trójtlenku chromu została potwierdzona dla powłok anodowych wytwarzanych na aluminium, jednakże w przypadku stopów aluminium utwardzanych wydzieleniowo miedzią, skuteczność ta jest niewystarczająca. Stwierdzenie powyższe stało się podstawą do dalszych systematycznych badań kinetyki korozji różnych stopów aluminium w roztworach kwaśnych w obecności molibdenianu sodu wraz z oceną kinetyki rozpuszczania powłok anodowych, co Habilitant przedstawił w kolejnych pracach wchodzących w skład zgłoszonego osiągnięcia naukowego.

Na właściwości korozyjne stopu AW-2024, w porównaniu do badanego dotychczas technicznego aluminium, jak słusznie zauważa Recenzowany, wpływają fazy międzymetaliczne umacniające stop po zabiegu starzenia. W przypadku analizowanego

materiału są to fazy: θ (Al_2Cu) i S (Al_2MgCu). Dlatego też sprawdzenie oddziaływania molibdenianu sodu, jako potencjalnego zamiennika związków zawierających chromiany, na drodze opracowania skutecznych inhibitorów korozji stopów aluminium umacnianych wydzieleniowo w roztworach kwasu ortofosforowego jest logicznym i konsekwentnie wynikającym z dotychczasowych badań etapem prowadzonych przez Habilitanta eksperymentów. Zagadnienie to analizowane w pracy [A4] pozwoliło na uzyskanie kolejnych cennych informacji dotyczących wpływu struktury na analizowane właściwości chemiczne badanych materiałów. Recenzowany stwierdził, iż spośród trzech głównych składników fazowych, występujących w umocnionym wydzieleniowo stopie AW-2024 najmniejszą odpornością na korozję cechuje się faza Al_2MgCu , której wydzielenia w środowisku kwaśnym ulegają korozji selektywnej, w wyniku której atomy Al i Mg są utleniane i przechodzą do roztworu, a pozostałe na powierzchni podłoża stopu atomy Cu przyspieszają korozję sąsiednich ziaren roztworu stałego. Natomiast cząstki fazy Al_2Cu zjawisku korozji nie ulegają. Efekt ten pozwolił Habilitantowi na konstatację, iż skuteczność spowolnienia korozji stopu AW-2024, w badanym zakresie stężenia molibdenianu sodu i temperatury, jest niższa aniżeli w przypadku badań na czystym technicznie aluminium, powodując iż zastąpienie jonów chromianowych może być możliwe przy znacznie wyższym stężeniu molibdenianu sodu.

Zauważony ewidentny wpływ wydzieleni na zjawiska korozji stopów aluminium w roztworach kwaśnych był kolejną inspiracją naukową dr inż. Przemysława Kwołka, polegającą na analizie durali cynkowych grupy 7xxx. Przeprowadzone w pracy [A5] na stopie AW-7075 T6 badania potwierdziły, lokalny charakter korozji, zależny od zjawisk wydzieleniowych. Jednakże w porównaniu do stopu AW-2024 mechanizm jest inny, determinowany przez cząstki faz pośrednich $\text{Al}_7\text{Cu}_2\text{Fe}$ i $\text{Al}_{23}\text{CuFe}_4$, które są bardziej szlachetne w porównaniu do ziaren osnowy stopu, stanowiąc katody w ogniwie korozyjnym, przyspieszając roztwarzanie sąsiadujących ziaren osnowy. Habilitant wykazał także na podstawie analizy widm impedancyjnych, wyznaczonych dla badanego stopu w warunkach potencjału korozyjnego oraz polaryzacji anodowej i katodowej względem tego potencjału, iż aniony fosfomolibdenianowe skutecznie ograniczają proces korozji stopu 7075 w roztworze H_3PO_4 .

Wyniki prac [A4] oraz [A5] pozwoliły Recenzowanemu na stwierdzenie, iż wydzielenia faz umacniających pełnią kluczową rolę w procesach korozyjnych stopów aluminium w roztworach kwaśnych. Niemniej jednak Habilitant trafnie stwierdza, iż wielkość tych wydzieleni, ich rozmieszczenie w osnowie stopu, zależne od parametrów obróbki plastycznej i cieplnej utrudnia, a nawet uniemożliwia identyfikację zachodzących mechanizmów korozyjnych. Dlatego też, w celu jednoznacznej oceny oddziaływania osnowy z tworzącymi się w stopie fazami pośrednimi, dr Kwołek wykonał metodą odlewania modelowy stop, o składzie chemicznym odpowiadającym stopowi AW-2017 [A6]. Pozwoliło to na uzyskanie gruboziarnistego materiału, pozwalającego na jednoznaczną identyfikację zaobserwowanych faz oraz na ustalenie ich właściwości korozyjnych. Habilitant stwierdził, iż faza Al_2Cu cechuje się

największą odpornością korozyjną spośród faz występujących tym w stopie, przyspieszając jednocześnie korozję zarówno ziaren roztworu stałego jak i cząstek innych faz pośrednich $Al_{15}(Fe,Mn)_3(Si,Cu)_2$ oraz Mg_2Si , umacniających materiał. W pracy tej, zgodnie z dokonany przeglądem literatury Recenzowany przeanalizował nie tylko wpływ anionów fosforomolibdenianowych, ale także fosforowanadanowych i fosforowolframianowych jako inhibitorów korozji. Pozwoliło to na stwierdzenie, iż aniony fosforowolframianowe nie chronią przed korozją zarówno ziaren roztworu stałego jak również wydzieleni faz $Al_{15}(Fe,Mn)_3(Si,Cu)_2$ oraz Mg_2Si i mogą powodować selektywną korozję wydzieleni fazy Al_2Cu . Natomiast aniony fosforowanadanowe nie chronią przed korozją cząstek fazy $Al_5(Fe,Mn)_3(Si,Cu)_2$ i Mg_2Si , ale w dużej mierze mogą stanowić ochronę dla ziaren roztworu stałego oraz nie są agresywne dla fazy Al_2Cu .

Analizując wyniki prac [A1-A6] Habilitant dochodzi do jednego z głównych wniosków wynikających z jego analiz, stwierdzając iż najbardziej obiecującym zamiennikiem dla CrO_3 w procesie określania masy/grubości powłok anodowych jest Na_2MoO_4 . Jednocześnie stwierdza, iż produkty korozji, które utrudniają wprowadzenie Na_2MoO_4 jako zamiennika dla CrO_3 , tworzą się przede wszystkim na powierzchni cząstek faz pośrednich. Dlatego też w dalszych badaniach przedstawionych w pracach [A7-A10] Habilitant uwzględniając konieczność szczegółowego określenia stopnia oddziaływania cząstek faz pośrednich, stanowiących składniki fazowe mikrostruktury konstrukcyjnych stopów aluminium, z anionami heteropolikwasów Mo, V i W, badaniom poddał modelowy stop na podstawie fazy międzymetalicznej Al_2Cu . Opisany proces przygotowania stopu do badań, a następnie opisane analizy strukturalne i ich wpływ na badane właściwości korozyjne, rozpatrywane przy oddziaływaniu zaproponowanych potencjalnych inhibitorów korozji, po raz kolejny dowodzą i potwierdzają dużą dojrzałość i odpowiedzialność badawczą Recenzowanego, którą powinien cechować się każdy naukowiec, a w szczególności samodzielny pracownik naukowy, do którego to stopnia pretenduje dr inż. Przemysław Kwolek.

W podsumowaniu Recenzowany przedstawił osiem wniosków szczegółowych, będących syntetyczną konkluzją wynikającą z tych jakże szczegółowych analiz, będących podstawą złożonego wniosku habilitacyjnego. Recenzującemu trudno jest wskazać, która z przedstawionych konkluzji ma największe znaczenie, niemniej jednak z całą odpowiedzialnością można stwierdzić, iż stanowią niewątpliwy wkład w rozwój inżynierii materiałowej dotyczący wpływu struktury i środowiska na właściwości chemiczne podstawowej grupy stopów lekkich jakimi są stopy aluminium.

Niemniej jednak pomimo bardzo pozytywnego odbioru recenzowanego zbioru publikacji Recenzujący dostrzegł pewne niedociągnięcia. Przede wszystkim w przedstawionym autoreferacie, po syntetycznym wprowadzeniu literaturowym w obszar analiz będących tematem złożonego wniosku zabrakło wyraźnego wyeksponowania tez i wynikających z nich celów naukowych, które postawił sobie do rozwiązania Habilitant. Kolejna wątpliwość nasunęła się Opiniującemu analizując prace [A1-A3]. W artykułach [A1]

i [A2] Kandydat bada stopy z grupy 1xxx, czyli technicznie czyste aluminium. Natomiast w pracy [A3] dokonuje eksperymentu na stopie AW-5005 H11, tzn. na materiale o większej zawartości magnezu i dodatkowo umocnionego zgniotem. Czy te zmiany strukturalne nie mają wpływu na analizowaną szybkość roztwarzania Al_2O_3 ? Kolejną niejasnością, która kilkakrotnie pojawiła się w załączonym zbiorze publikacji jest powoływanie się na rentgenowskie analizy fazowe, po czym Autorzy stwierdzają, iż nie są one przedstawione. Owszem w jednym przypadku załączone analizy składu chemicznego, poparte badaniami kalorymetrycznymi w sposób pośredni pozwalają zidentyfikować opisywaną fazę, ale w pozostałych przypadkach opieranie budowy fazowej o analizę EDS jest nie do końca przekonywujące.

Pomimo tych kilku uwag z całą stanowczością chciałbym podkreślić, iż dołączone do wniosku habilitacyjnego dr inż. Przemysława Kwolka osiągnięcie naukowe, będące cyklem dziesięciu artykułów naukowych stanowi przemyślaną pod względem metodycznym i chronologicznym całość, stanowiącą opracowanie, w którym prezentowane efekty naukowe wynikają z głęboko przemyślanego i systematycznie oraz konsekwentnie realizowanego dążenia do osiągnięcia zamierzonego celu.

4. Wniosek końcowy

W świetle przedstawionych w niniejszej recenzji analiz dokonań dorobku zawodowego dr inż. Przemysława Kwolka należy stwierdzić, iż Kandydat we wszystkich ocenianych obszarach spełnia kryteria i wymogi do nadania Mu stopnia doktora habilitowanego. Jego rozpoznawalność w obszarze badań właściwości korozyjnych, potwierdzona licznymi cytacjami oraz prestiżowymi nagrodami, a także przedłożone do oceny osiągnięcie naukowe w postaci cyklu powiązanych ze sobą tematycznie dziesięciu publikacji w czasopismach z listy Journal Citation Reports, ujętych pod wspólnym tytułem: „Odporność na korozję konstrukcyjnych stopów aluminium w technologicznych roztworach kwaśnych zawierających związki molibdenu, wolframu i wanadu” wnosi znaczący udział w opis zjawisk korozyjnych zachodzących w stopach aluminium z uwzględnieniem wpływu struktury i środowiska, stanowiąc istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa.

Biorąc pod uwagę ocenę rozprawy habilitacyjnej, dorobek naukowy oraz ocenę działalności dydaktycznej i organizacyjnej, stwierdzam iż dr inż. Przemysław Kwolek spełnia wymogi Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce i wnioskuje o nadanie Mu stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

