



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE  
WYDZIAŁ ODLEWNICTWA

**Prof. dr hab. Halina Krawiec**

Kraków 30.04.2022

Recenzja całokształtu dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr inż. Przemysława Kwolka. Rozprawę habilitacyjną Pana dr inż. Przemysława Kwolka stanowi cykl dziesięciu monotematycznych artykułów naukowych zatytułowany „*Odporność na korozję konstrukcyjnych stopów aluminium w technologicznych roztworach kwaśnych zawierających związki molibdenu, wolframu i wanadu*”.

Poniższa ocena dorobku naukowego dr inż. Przemysława Kwolka została przeprowadzona w celu wydania opinii dotyczącej nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżyniersko-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa. Recenzja została wykonana na zlecenie Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Materiałowa Politechniki Warszawskiej.

### **Sylwetka kandydata**

Pan dr inż. Przemysław Kwolek studiował na Wydziale Metali Nieżelaznych Akademii Górniczo – Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. W 2010 roku obronił pracę magisterską i otrzymał tytuł magistra inżyniera. W tym samym roku otrzymał nagrodę Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Metali Nieżelaznych w XVII edycji Konkursu na najlepszego absolwenta Wydziału Metali Nieżelaznych. Studiując na studiach doktoranckich na Wydziale Metali Nieżelaznych AGH w latach 2011 – 2014, Pan Przemysław Kwolek był stypendystą programu „DOCTUS”. W roku 2014 Habilitant obronił pracę doktorską pt. „*Synteza i właściwości szerokopasmowych półprzewodników tlenkowych dla potrzeb elektroniki molekularnej*”. Promotorem pracy doktorskiej był prof. dr hab. Konrad Szaciłowski. Podczas studiów doktoranckich Habilitant prowadził badania dotyczące fotochemii półprzewodników, uczestniczył w różnych szkoleniach dzięki którym poszerzał swoją wiedzę i umiejętności z zakresu elektrochemii i fotochemii. Po uzyskaniu stopnia doktora w 2014 roku,

Pan Przemysław Kwolek podjął pracę na stanowisku asystenta, a następnie adiunkta w Katedrze Nauki o Materiałach na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej, gdzie pracuje do chwili obecnej. Działalność naukowa dr inż. Przemysława Kwolka, po uzyskaniu stopnia doktora, dotyczy badania procesów korozji metali i stopów, koncentrując się głównie na badaniu mechanizmu inhibitowania korozji konstrukcyjnych stopów aluminium w roztworach kwaśnych.

### **Ocena dorobku naukowego Habilitanta**

Dorobek naukowy Pana dr inż. Przemysława Kwolka obejmuje rozdział w dwóch monografiach, 44 publikacje, w tym 32 z nich zostały opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora. Spośród 12 publikacji opublikowanych przed uzyskaniem stopnia doktora 8 z nich posiada Impact Factor (IF). Po uzyskaniu stopnia doktora, Habilitant opublikował 24 publikacje z listy JCR i 8 publikacji w czasopismach nie posiadających IF. Tematyka większości tych prac jest związana z badaniem procesów korozji i inhibitowania korozji stopów aluminium. Całkowita liczba cytowań wszystkich prac Habilitanta wynosi 347 według bazy Web of Science, a pomijając auto cytowania 258. Prace, które zostały opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora były 201 razy cytowane (baza Web of Science), a z pominięciem cytowań własnych prace te cytowano 127 razy. Dziesięć prac, które zaliczono do cyklu monotematycznych publikacji stanowiących główne osiągnięcie naukowe dr inż. Przemysława Kwolka, były 65 razy cytowane według bazy Web of Science, a pomijając cytowania własne prace te były 23 razy cytowane. Indeks Hirscha Habilitanta wynosi 12 według bazy Web of Science, a po odrzuceniu cytowań własnych jego wartość wynosi 11. Sumaryczny Impact Factor (IF) publikacji wydanych przed uzyskaniem stopnia doktora wynosi **29,078**. Po uzyskaniu stopnia doktora, sumaryczny Impact Factor publikacji wynosi **80,180**. Wyniki te wskazują, że dorobek publikacyjny Habilitanta został znacznie powiększony po uzyskaniu stopnia doktora.

Pan dr inż. Przemysław Kwolek wykazał się aktywnością w pozyskiwaniu środków na finansowanie badań naukowych. Przed uzyskaniem stopnia doktora był kierownikiem projektu finansowanego przez NCN w ramach konkursu PRELUDIUM oraz projektu finansowanego przez MNiSW w ramach programu Iuventus Plus. Ponadto pracował jako wykonawca w dwóch projektach finansowanych przez NCN i jednym projekcie finansowanym przez ENIAC Joint Undertaking. Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant kierował projektem Sonata 12 finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki (NCN) pt. „*Analiza procesu korozji fazy międzymetalicznej  $Al_2Cu$  w roztworach kwaśnych w obecności nieorganicznych inhibitorów*”

korozji". Był również wykonawcą w 5 projektach finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR): TECHMATSTRATEG (2 projekty), MAGOXY, Demonstrator+, INNOLOT. Pan dr inż. Przemysław Kwolek był również wykonawcą w jednym projekcie finansowanym przez NCN w ramach konkursu OPUS 10. Habilitant jest współautorem dwóch patentów krajowych i jednego patentu zagranicznego (USA).

Będąc wykonawcą projektów badawczych finansowanych przez NCBR, Pan Przemysław Kwolek współpracował z sektorem gospodarczym oraz innymi krajowymi ośrodkami naukowymi. W 2016 roku podjął współpracę z Firmą ChM Sp. z o.o., która zajmuje się wytwarzaniem implantów medycznych. Współpraca ta jest związana z wytwarzaniem powłok ochronnych na stopie aluminium EN AW-5005. Habilitant po uzyskaniu stopnia doktora wykonał na zamówienie instytucji publicznych i przedsiębiorstw 7 ekspertyz. W czterech z nich był kierownikiem umowy, a w trzech był wykonawcą. Zlecenia te dotyczyły głównie uszkodzeń materiałów spowodowanych procesami korozji oraz określeniu właściwości ochronnych powłok.

Wyniki badań naukowych Pan dr inż. Przemysław Kwolek prezentował na konferencjach krajowych i międzynarodowych wygłaszając referaty i prezentując postery. Przed uzyskaniem stopnia doktora wygłosił 4 referaty, zaprezentował 4 postery, natomiast po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant wygłosił 4 referaty i zaprezentował 3 postery. Na chwilę obecną Pan dr inż. Przemysław Kwolek nie wygłaszał wykładów na zaproszenie ani referentów plenarnych na konferencjach krajowych lub zagranicznych. Nie odbył długoterminowych naukowych staży zagranicznych typu PostDoc lub innych staży finansowanych w ramach konkursów międzynarodowych. Nie odbył również krajowych staży np. przemysłowych lub naukowych.

Aktywność naukowa Pana dr inż. Przemysława Kwolka była trzech krotnie nagradzana przez Rektora Politechniki Rzeszowskiej. W 2019 roku otrzymał Polską Nagrodę Inteligentnego Rozwoju za pracę naukową. W roku 2015 Pan dr inż. Przemysław Kwolek otrzymał stypendium dla młodych doktorów w ramach projektu pt. „Kształcenie innowacyjnych kadr GOW w Politechnice Rzeszowskiej”. Ponadto w 2015 roku Habilitant został laureatem stypendium dla młodych uczonych START Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej.

**Podsumowując dorobek naukowy Pana dr inż. Przemysława Kwolka stwierdzam, że jest on na dobrym poziomie naukowym. Prace Habilitanta zostały publikowane w renomowanych czasopismach naukowych, jest on również współautorem 3 patentów. Był kierownikiem trzech grantów finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki i**

**Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Na uwagę zasługuje również jego duża i aktywna działalność naukowa z otoczeniem społecznym.**

### **Ocena osiągnięcia habilitacyjnego**

Osiągnięcie habilitacyjne Pana dr inż. Przemysława Kwolka stanowi cykl dziesięciu monotematycznych publikacji zatytułowany „*Odporność na korozję konstrukcyjnych stopów aluminium w technologicznych roztworach kwaśnych zawierających związki molibdenu, wolframu i wanadu*”. Stopy aluminium ze względu na swoje bardzo dobre właściwości mechaniczne znalazły szerokie zastosowanie jako materiały konstrukcyjne. Ponadto zdolność aluminium do spontanicznej pasywacji sprawia, że stopy te są odporne na korozję. Należy zaznaczyć, że tlenek glinu  $Al_2O_3$  wykazuje właściwości amfoteryczne, co sprawia, że aluminium i jego stopy nie są odporne na korozję w środowiskach mocno kwaśnych i silnie zasadowych. W celu podniesienia odporności na korozję stopów aluminium przeprowadza się anodowanie ich powierzchni. Anodowanie jest poprzedzone odpowiednim przygotowaniem powierzchni materiału polegającym na odtłuszczeniu, a następnie trawieniu w roztworach alkalicznych lub kwaśnych powierzchni metalu. Podczas trawienia stopu aluminium np. w roztworach kwaśnych zachodzi korozja, w związku z tym do roztworów trawiących dodawany jest tlenek chromu VI, który jest inhibitorem korozji. Tlenek chromu VI jest związkiem toksycznym, co sprawia, że w nowoczesnych sposobach ochrony metali i stopów przed korozją jest on zastępowany innymi związkami chemicznymi. W roku 2020 wprowadzono normę PN-EN ISO 2106:2020-06, która dopuszcza stosowanie molibdenianu VI sodu podczas określania masy powłok anodowych.

Habilitant przez kilka lat prowadził badania, które miały na celu sprawdzenie czy sole molibdenu, wolframu i wanadu inhibują korozję aluminium i jego stopów w roztworach kwaśnych. Badania prowadzone przez Habilitanta bardzo dobrze wpisują się w światowy nurt badań naukowych poświęcony zastępowaniu toksycznych inhibitorów korozji związkami chemicznymi pochodzenia naturalnego lub związkami nie wykazującymi szkodliwego działania na środowisko i organizm człowieka. Dodatek soli takich jak  $Na_2MoO_4$ ,  $Na_2WO_4$  i  $Na_3VO_4$  do roztworów kwasu ortofosforowego V ( $H_3PO_4$ ) prowadzi do powstania anionów heteropolikwasów np.  $[PMo_{12}O_{40}]^{7-}$ , które są inhibitorami korozji stopów aluminium. Pan dr inż. Przemysław Kwolek badał szybkość korozji aluminium technicznego w zależności od stężenia soli molibdenu, stężenia kwasu ortofosforowego V i temperatury roztworu. Na podstawie wyników badań elektrochemicznych (chronoamperometrycznych, potencjodynamicznych, elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej), badań

mikrostrukturalnych, spektrofotometrycznych badań roztworu przed i po korozji oraz analizy powierzchni materiału, Pan dr inż. Przemysław Kwolek opracował mechanizm inhibitowania korozji aluminium w roztworach kwasu ortofosforowego V za pomocą molibdenianu VI sodu. Korozja aluminium jest spowolniona przez adsorpcję jonów fosfomolibdenianowych na powierzchni metalu. Adsorpcja tych jonów zachodzi zgodnie z izotermą adsorpcji Langmuira (załącznik A1). Habilitant zbadał również wpływ dodatku soli molibdenu, wanadu i wolframu na odporność korozyjną faz międzymetalicznych występujących w stopach aluminium takich jak np.  $\text{Al}_2\text{Cu}$ ,  $\text{Mg}_2\text{Si}$  (załączniki of A5 do A10). Obecność takich faz prowadzi do tworzenia się ogniw korozyjnych (galwanicznych), a skuteczność inhibitora korozji nie jest taka sama na osnowie jak i na poszczególnych fazach międzymetalicznych. W przypadku materiałów wielofazowych jakimi są stopy aluminium istotny jest stosunek powierzchni miejsc anodowych do miejsc katodowych, rozkład faz pracujących jako lokalne katody, ich skład chemiczny. W takim złożonym układzie proces inhibitowania korozji materiału jest złożony i nierównomierny.

Do najważniejszych osiągnięć pracy dr inż. Przemysława Kwolka należy:

- 1) Wykazanie, że aniony fosfomolibdenianowe są inhibitorami korozji aluminium i jego stopów oraz udowodnienie, że mogą być one stosowane jako zamienniki tlenku chromu VI w procesie określania masy/grubości powłok ochronnych.
- 2) Udowodnienie, że błękit molibdenowy nie jest inhibitorem korozji dla modelowego stopu  $\text{Al}_2\text{Cu}$ . Błękit molibdenowy powstaje na skutek redukcji jonów fosfomolibdenianowych w obszarach katodowych np. na powierzchni wydzielen  $\text{Al}_2\text{Cu}$ .
- 3) Wykazanie, że jony fosfomolibdenianowe nie chronią przed korozją selektywną cząstek fazy  $\text{Mg}_2\text{Si}$ .
- 4) Udowodnienie, że aniony fosforowanadowe inhibitują korozję aluminium i stopu modelowego typu  $\text{Al}_2\text{Cu}$ , ale ze względu na tworzenie się trudno rozpuszczalnych związków wanadu ochronne działanie jonów fosforowanadowych jest ograniczone.
- 5) Udowodnienie, że aniony fosforowolframianowe nie są inhibitorami korozji dla stopów aluminium w roztworach kwasu ortofosforowego V.

**Podsumowując, stwierdzam, że osiągnięcie habilitacyjne Pana dr inż. Przemysława Kwolka jest na bardzo dobrym poziomie naukowym. Badania prowadzone przez Habilitanta mają charakter interdyscyplinarny. Obejmują one badania elektrochemiczne, mikrostrukturalne, korozyjne, analityczne. Zastosowanie różnych**

technik badawczych pozwoliło Panu dr inż. Przemysławowi Kwołkowi zrozumieć i opracować mechanizm inhibitowania aluminium i jego stopów za pomocą dodatku soli molibdenu i wanadu do roztworów kwasu ortofosforowego V. Wyniki pracy Pana Przemysława Kwołka zaowocowały licznymi publikacjami w renomowanych czasopismach naukowych. Prace będące podstawą osiągnięcia naukowego Habilitanta (cykl 10 publikacji) są wieloautorskie, ale analizując oświadczenia współautorów stwierdzam, że wkład pracy Pana dr inż. Przemysława Kwołka jest bardzo znaczący.

### **Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego**

Pan dr inż. Przemysław Kwołek prowadzi zajęcia dydaktyczne wykłady, ćwiczenia audytoryjne i laboratoria z takich przedmiotów jak: Materiały konstrukcyjne, Materiały inżynierskie, Fizykochemia, Wprowadzenie do inżynierii materiałowej, Gospodarka materiałowa i recykling materiałów. Na Uniwersytecie w Aveiro w Portugalii Habilitant prowadził wykłady dotyczące ochrony przed korozją stopów aluminium. Zajęcia te były prowadzone w ramach programu Erasmus+/STA. Był promotorem 14 prac inżynierskich i 4 prac magisterskich. Ponadto dr inż. Przemysław Kwołek był promotorem pomocniczym w dwóch przewodach doktorskich: 1) dr inż. Dariusza Sojki pt. „*Ocena jakościowa i ilościowa wtrąceń niemetalicznych w stopach metali metodą spektroskopii emisyjnej ze wzbudzeniem iskrowym*” (praca obroniona w 2016 roku), 2) dr inż. Kamila Dychtonia pt. „*Modelowanie procesu nawęglania próżniowego – morfologia mikrostruktury i właściwości warstwy wierzchniej kół zębatych ze stali AISI 9310*” (praca obroniona w 2021 roku).

Pan dr inż. Przemysław Kwołek pełni funkcję sekretarza w komisji rekrutującej studentów do Szkoły Doktorskiej Nauk Inżynieryjno – Technicznych w dyscyplinie inżynierii materiałowa. Habilitant prowadzi również wykłady w ramach Koła Naukowego Inżynierii Materiałowej, których celem jest promowanie nauki wśród studentów. W 2021 roku dr inż. Przemysław Kwołek został edytorem wydania specjalnego w czasopiśmie „Metals” wydawnictwa MDPI. Od 2021 jest aktywnym członkiem Polskiego Stowarzyszenia Korozyjnego (PSK). Wykonał 34 recenzje manuskryptów wysyłanych do renomowanych czasopism naukowych.

**Dorobek dydaktyczno – organizacyjny Pan dr inż. Przemysława Kwołka oceniam jako dobry. Habilitant jest nauczycielem akademickim zaangażowanym w pracę dydaktyczną, prowadzi zajęcia z przedmiotów o zróżnicowanej tematyce, wielokrotnie był promotorem prac dyplomowych. Pełnienie funkcji edytora w czasopiśmie „Metals” oraz**

**recenzowanie manuskryptów w najlepszych czasopismach naukowych przez Habilitanta, świadczy o tym, że jest on naukowcem rozpoznawanym na arenie międzynarodowej jako specjalista w dyscyplinie inżynieria materiałowa.**

#### **Podsumowanie i wniosek końcowy**

Stwierdzam, że przedstawiony cykl 10 publikacji, stanowiący podstawę przewodu habilitacyjnego, a także cały dorobek naukowy spełniają warunki ustawowe i zwyczajowe w zakresie wymaganego dorobku naukowego do nadania stopnia doktora habilitowanego.

Składam wniosek do Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Warszawskiej o nadanie Panu dr inż. Przemysławowi Kwołkowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

Prof. dr hab. Halina Krawiec

