



Politechnika Łódźka

Instytut Inżynierii Materiałowej



Prof. dr hab. inż. Łukasz Kaczmarek

Łódź, 14.11.2023r.

Instytut Inżynierii Materiałowej

Wydział Mechaniczny

Politechnika Łódźka

RECENZJA

Dorobku dr inż. Ewy Ura-Bińczyk

Niniejsza recenzja została opracowana na podstawie pisma Rady Naukowej Inżynieria Materiałowa Politechniki Warszawskiej, pismo z dnia 11 sierpnia 2023r. w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie „ nauk inżynieryjno-technicznych ” w dyscyplinie inżynieria materiałowa, na podstawie art. 221 ust.4 ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r. poz. 574).

1. Charakterystyka Habilitantki.

Doktor inżynier Ewa Ura-Bińczyk w 2010r. obroniła pracę doktorską w Politechnice Warszawskiej na Wydziale Inżynierii Materiałowej, kierunek Inżynieria Materiałowa realizowanym w ramach Polsko-Szwajcarskiej Szkoły Doktorantów prowadzonej na Wydziale Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej oraz w instytucie Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology w Dübendorf w Szwajcarii. Tematem pracy doktorskiej: „Fundamental understanding of the corrosion mechanism of aluminium based quasicrystalline alloys”.

Pracę magisterską (obroniona w 2005r. pt. „Sekwencyjny model wzrostu powłoki cynkowej na żelazie”) zrealizowała w Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Kierunek studiów: Inżynieria Materiałowa, Specjalność: Ochrona przed korozją.



Zajmowane stanowiska:

1 kwiecień 2012 - obecnie - adiunkt - badawczo-dydaktyczny, Zakład Projektowania Materiałów;

1 marzec 2011 – 31 marzec 2012 technolog, Zakład Projektowania Materiałów.

2. Ocena osiągnięcia naukowego jako podstawa do uzyskania habilitacji.

Dr inż. Ewa Ura-Bińczyk przedstawiła do oceny osiągnięcie naukowe stanowiące zbiór 11 prac naukowych opublikowanych na łamach czasopism z listy Journal Citation Reports, których Impact Factor zawiera się w przedziale od 1,259 do 6,48 (odpowiednio: Materials and Corrosion oraz Corrosion Science), pod wspólnym tytułem: „*Wpływ rozdrobnienia mikrostruktury na odporność korozyjną materiałów na bazie żelaza i aluminium*”. Osiągnięcie naukowe w myśl Ustawy zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2b stanowi 11 publikacji naukowych, w przypadku których Habilitantka wykazała, stosownymi oświadczeniami, indywidualny i znaczący wkład w opracowanie koncepcji przeprowadzonych analiz, krytycznej oceny literatury, określenie zjawisk korozyjnych w zależności od rodzaju badanego podłoża, jego struktury po procesie obróbki SPD, a także określenia morfologii oraz sformułowania wniosków i odpowiedzi na recenzje ocenianych artykułów. **Cykl ten stanowi:**

[A1] E. Ura-Bińczyk, A. Dobkowska, M. Płocińska, T. Płociński, B. Adamczyk-Cieślak, W. Solarski, J. Banaś, J. Mizera: The influence of grain refinement on the corrosion rate of carbon steels in fracturing fluids used in shale gas production, *Materials and Corrosion* 68 (2017) 1190-1199 IF(2017): 1.259 MNiSW: 100

[A2] A. Krawczyńska, W. Chromiński, E. Ura-Bińczyk, M. Kulczyk, M. Lewandowska: Mechanical properties and corrosion resistance of ultrafine grained austenitic stainless steel processed by hydrostatic extrusion, *Materials and Design* 136 (2017) 34-44 ZWOS: 30(28) - IF(2017): 4.525 MNiSW: 140

[A3] E. Ura-Bińczyk, A. Krawczyńska, R. Sitek, M. Lewandowska: Mechanical properties and corrosion resistance of hydrostatically extruded 316 LVM stainless steel after lowtemperature plasma nitriding, *Surface Science and Coatings Technology* 375 (2019) 565-572 - IF(2019): 3.784 MNiSW: 100

[A4] E. Ura-Bińczyk, Effect of grain refinement on the corrosion resistance of 316L stainless steel, *Materials* 14 (2021) 7517 - IF(2021): 3.748 MNiSW: 140



[A5] M. Lipińska, E. Ura-Bińczyk, L. Olejnik, A. Rosochowski, M. Lewandowska: Microstructure and Corrosion Behavior of the Friction Stir Welded Joints Made from Ultrafine Grained Aluminum, *Advanced Engineering Materials* 19 (2017) 1600807 - IF(2017): 2.576 MNiSW: 100

[A6] M. Orłowska, E. Ura-Bińczyk, L. Olejnik, M. Lewandowska: The effect of grain size and grain boundary misorientation on the corrosion resistance of commercially pure aluminium, *Corrosion Science* 148 (2019) 57-70 - IF(2019): 6.479 MNiSW: 140

[A7] M. Orłowska, E. Ura-Bińczyk, B. Adamczyk-Cieślak, L. Olejnik, M. Lewandowska: Evolution of pitting corrosion resistance and mechanical properties in ultrafine-grained commercially pure aluminium during annealing, *Journal of Materials Science* 56 (2021) 16726– 16744 - IF(2021): 4.682 MNiSW: 100

[A8] M. Orłowska, E. Ura-Bińczyk, L. Olejnik, M. Lewandowska: Effect of microstructural features on the corrosion behavior of severely deformed Al–Mg–Si alloy, *Materials and Corrosion* 72 (2021) 868–878 - IF(2021): 1.832 MNiSW: 100

[A9] E. Ura-Bińczyk: Improvement of Pitting-Corrosion Resistance of Ultrafine-Grained 7475 Al Alloy by Aging, *Materials* 15 (2022) 360 - IF(2021): 3.748 MNiSW: 140

[A10] M. Orłowska, E. Ura-Bińczyk, L. Śnieżek, P. Skudniewski, M. Kulczyk, B. AdamczykCieślak, J. Mizera: Increasing the Mechanical Strength and Corrosion Resistance of Aluminum Alloy 7075 via Hydrostatic Extrusion and Aging, *Materials* 15 (2022) 4577 - IF(2021): 3.748 MNiSW: 140

[A11] M. Orłowska, E. Ura-Bińczyk, L. Śnieżek, P. Skudniewski, M. Kulczyk, B. AdamczykCieślak, K. Majchrowicz: The Influence of Heat Treatment on the Mechanical Properties and Corrosion Resistance of the Ultrafine-Grained AA7075 Obtained by Hydrostatic Extrusion, *Materials* 15 (2022) 4343 IF(2021): 3.748 MNiSW: 140

Uwaga. Powyższe artykuły spełniają kryterium określonego w art. 219 ust. 1 pkt 2 lit. b ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, tzn. zostały opublikowane w czasopiśmie naukowym 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 tej ustawy. W związku z tym artykuły te i osiągnięcie w nich zawarte stanowią przedmiot niniejszej recenzji.



Podejmowane zagadnienie badawcze w zakresie kreowania struktur nanometrycznych w układach metalicznych nie jest nowe. Natomiast jest niezwykle istotne z punktu widzenia polepszania określonych właściwości wytwarzanych materiałów przy jednoczesnym odchudzaniu projektowanych konstrukcji. Prace w zakresie wykorzystania grupy metod dużego odkształcenia plastycznego (SPD), w tym ECAP, HPT czy HE, w kontekście rozdrobnienia struktury do poziomu nanometrów, prowadzone są w czołowych ośrodkach naukowych na całym świecie. W tym zakresie należy wymienić:

1. Zespół prof. A. Azushima z Department of Mechanical Engineering, Graduate School of Engineering, Yokohama National University, Yokohama, Japan przykładem są badania opisane w: CIRP Annals, Volume 57, Issue 2, 2008, Pages 716-735
2. Zespół prof. Terence G. Langdon z Materials Research Group, Department of Mechanical Engineering, University of Southampton, Southampton SO17 1BJ, UK przykładem są badania opisane w: Materials (Basel). 2023 Mar; 16(6): 2401. Published online 2023 Mar 17. doi: 10.3390/ma16062401
3. Zespół prof. Ming Gao z School of Materials Science and Engineering, University of Science and Technology of China, Shenyang, 110016, China, przykładem są badania opisane w: Materials Science and Engineering: A, Volume 829, 1 January 2022, 142058
4. przykładem są badania opisane w: Journal of Materials Science and Technology, Vol. 146, pp. 221-239, 2023 <https://doi.org/10.1016/j.jmst.2022.10.068> czy Anti-Corrosion Methods and Materials ISSN: 0003-5599, Article publication date: 26 September 2023

O ile kwestie związane z przewidywaniem wynikowych właściwości mechanicznych są w większości przypadków zbadane, to zagadnienia odporności korozyjnej nadal stanowią ogromne wyzwanie. Wynika to z tego, że w zależności od wybranej metody SPD oraz indywidualnych parametrów, a także typu stopu czy jego stanu możliwe jest akumulowanie różnej wartości energii. Dodatkowo rozkład naprężeń ścinających w obrabianym materiale jest zmienny, co w konsekwencji generuje gradientowy rozkład wielkości ziarna oraz naprężeń. Czynniki te bezpośrednio wpływają na zmienne zachowania korozyjne na przekrojach obrabianych materiałów. Do tego dochodzić mogą również procesy wydzieleniowe w badanych układach, zarówno te naturalne jak i przyspieszone (dla określonych reżimów temperaturowo-czasowych). Z tego względu analiza zjawisk korozyjnych jest niezwykle skomplikowana i wielokryterialna. Fakty te stanowią o wielu sprzecznościach



Politechnika Łódzka

Instytut Inżynierii Materiałowej



interpretowanych zjawisk i prezentowanych w literaturze przedmiotu, które wymagają uporządkowania.

Na tle światowych badań, **habilitantka zdefiniowała cel naukowy** dotyczący „wyjaśnienia wpływu poszczególnych elementów mikrostruktury na odporność na korozję wybranych materiałów na bazie żelaza i aluminium... wpływ materiału, mikrostruktury oraz środowiska korozyjnego na ich odporność na korozję i morfologię zniszczeń.”. Cel jest ogólny natomiast na tyle logiczny i jasny, że nie stoi w opozycji do analizowanych zjawisk fizykochemicznych badanych układów.

Do badań Habilitantka wybrała cztery rodzaje materiałów:

- (a) dwie grupy stali – stale węglowe (K55 i N80-1) stosowane w przemyśle wydobywczym ropy i gazu [A1], stal 316L [A2 do A4],
- (b) technicznie czyste aluminium 1050, 1070 oraz 1350 [A5 do A7] oraz stopy aluminium 6060 [A8], 7075 i 7475 [A9 do A11].

Różnorodność wykorzystanych materiałów Habilitantka powiązała strukturą, odpornością na korozję oraz występującymi zjawiskami korozyjnymi w zależności od zastosowanego środowiska i ewentualnej obróbki cieplnej badanych materiałów. Habilitantka w oparciu o prowadzone badania wykazała, że w przypadku stali ferrytyczno-perlitycznej rozdrobnienie mikrostruktury zmienia zjawiska zarodkowania produktów korozji. Zgorzelina charakteryzuje się zwartą i szczelną strukturą, co w konsekwencji wpływa na obniżenie szybkość roztwarzania stopu. Efekt ten osiąga się w wyniku podwyższenia gęstości katod (stanowiących perlit) i wyższe prądy na anodach (stanowiących ferryt).

Podwyższenia odporności na korozję natomiast nie zaobserwowano w przypadku stali austenitycznej 316 LVM po uprzedniej obróbce wyciskania hydrostatycznego. Jednakże poddanie jej azotowaniu zmienia mechanizm procesów korozyjnych. W obecności jonów chlorkowych warstwy azotowane przyczyniają się do obniżenia gęstości prądu w czasie polaryzacji anodowej i zmniejszenie podatności podłoża na korozję lokalną.

Dodatkowo na uwagę zasługuje fakt powiązania przez Habilitantkę procesów korozyjnych w zależności od gęstości wydzieleni i ich średniej wielkości. Habilitantka wykazała, że stal 316L odznacza się wyższą odpornością na korozję za sprawą wyższej wartości repasywacji w obecności wyższej gęstości defektów.

Badania odporności korozyjnej prowadzone z wykorzystaniem kolejnej grupy materiałów - technicznie czystego aluminium doprowadziły do zidentyfikowania zależności pomiędzy



Politechnika Łódzka

Inżynierii Materiałowej



wielkością wtrąceń a tendencją do występowania procesów korozyjnych. W tym przypadku wraz ze wzrostem rozdrobnienia notuje się wyższą gęstość lokalnych mikroogniw galwanicznych. W tym przypadku następuje wzrost gęstości prądu pasywacji i w konsekwencji wzrasta liczba wżerów w badanym materiale.

W przypadku stopu aluminium 6060 stwierdzono, że rozdrobnienie struktury generuje wyższe wartości prądu korozyjnego za sprawą większej gęstości defektów tłumacząc wyższą reaktywnością powierzchni na skutek akumulacji energii. W konsekwencji zmiana morfologii produktów korozyjnych hamuje propagację procesów chemicznych w głąb badanego stopu.

W kontekście stopów aluminium serii 7xxx rozdrobnienie struktury przyspiesza procesy korozyjne, co potwierdzono przesunięciem potencjału korozyjnego w kierunku niższych wartości i wyższą gęstością prądu korozyjnego.

Potwierdzono, że przeprowadzenie obróbki starzeniowej podwyższa odporność na korozję ze względu na generowanie wydzielen $MgZn_2$ przy jednoczesnym obniżeniu zawartości pierwiastków składowych w roztworze stałym stopu aluminium. Fakt ten sprzyja przesunięciu potencjału korozyjnego w stronę wyższych wartości przy jednoczesnym obniżeniu gęstości prądu korozji.

Uwagi:

W szerokiej analizie podejmowanego tematu zabrakło oceny wpływu wartości naprężeń na procesy korozyjne. Określenie mechanizmów występujących procesów korozyjnych stanowiłyby praktycznie pełny obraz kluczowych czynników, szczególnie w kontekście zastosowania metod SPD. Interesującym zagadnieniem byłoby również powiązanie stopnia koherencji wydzielen na procesy korozyjne w matrycy stopu po obróbce SPD, a także zmiana tych procesów w wyniku gradientowych zmian naprężeń ścinających występujących np. w metodzie HPT. Gradientowa zmiana stopnia rozdrobnienia ziaren na promieniu, zmiana wartości naprężeń i zróżnicowanie fragmentacji wydzielen może także stanowić ciekawe zagadnienie naukowe.



Fakt ten nie umniejsza użyteczności przeprowadzonych badań, a przedłożone dzieło pt.

„Wpływ rozdrobnienia mikrostruktury na odporność korozyjną materiałów na bazie żelaza i aluminium”

stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Materiałowa szczególnie w zakresie powiązania rodzaju zastosowanej obróbki SPD, wynikowej struktury oraz warunków prowadzonych badań na odporność na korozję wybranych materiałów. Udział Habilitantki w inicjacji tematyki publikacji, ich realizację i opracowanie, stanowiących przedłożone dzieło jest znaczny i niepodważalny.

3. Ocena aktywności naukowej albo artystycznej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Habilitantka odbyła 18 miesięczny staż doktorancki w **Laboratorium Łączenia Materiałów i Korozji w Szwajcarskim Federalnym Laboratorium Materiałów i Technologii (EMPA) w Dübendorfie**. Prace badawcze były realizowane w ramach międzynarodowego projektu „Complex Metallic Alloys CMA” (NMP3-CT-2005-500140) i dotyczyły mechanizmów korozji złożonych materiałów metalicznych na bazie aluminium.

Po obronie doktoratu Habilitantka kontynuowała badania w zakresie właściwości półprzewodnikowych warstw pasywnych na złożonych materiałach metalicznych Al-Cr-Fe oraz Al-Cu-Fe-Cr. Badania realizowane wspólnie z zespołem dr Patrika Schmutza. Badane stopy metaliczne były również tematem prac badawczych, w projekcie Iuventus Plus (IP2011 057771) „Odporność na korozję szybkochłodzonych stopów Al-Cr-Fe”, **którego była kierownikiem**. Efektem tych prac są dwie publikacje:

1. E. Ura-Bińczyk, A. Beni, M. Lewandowska, P. Schmutz: Passive oxide film characterisation on Al-Cr-Fe and Al-Cu-Fe-Cr complex metallic alloys in neutral to alkaline electrolytes by photo- and electrochemical methods, *Electrochimica Acta* 139 (2014) 289–301, ZWOS: 11(11) ZS:11(11) IF(2014): 4.504 MNiSW: 100

2. A. Beni, N. Ott, E. Ura-Bińczyk, M. Rasinski, B. Bauer, P. Gille, A. Ulrich, P. Schmutz: Passivation and localised corrosion susceptibility of new Al-Cr-Fe complex metallic alloys in acidic NaCl electrolytes, *Electrochimica Acta* 56 (2011) 10524–10532, ZWOS: 25(24) ZS:25(24) IF(2011): 3.832 MNiSW: 100.



Niezwykle istotnym faktem jest realizacja przez Habilitantkę projektu LIDER/003/0 97/L-5/13/NC BR/2014 pt. „Opracowanie nowych powłok antykorozyjnych dla stopu magnezu AZ-91E stosowanego na elementy silników i przekładni lotniczych”. Habilitantka odpowiadała, za analizę odporności na korozję powłok aluminiowych i tytanowych otrzymywanych w procesie natryskiwania cieplnego wytwarzanych przez grupę prof. **Seiji Kurody z Narodowego Instytutu Inżynierii Materiałowej NIMS w Tsukubie w Japonii**. Efektem współpracy były trzy publikacje w czasopismach z listy JRC:

1. E. Ura-Bińczyk, B. Morończyk, S. Kuroda, A. Hiroshi, J. Jaroszewicz, R. Molak: Corrosion resistance of aluminum coatings deposited by warm spraying on AZ91E magnesium alloy, *Corrosion* 75 (2019) 668-679, ZWOS: 3(3) ZS:3(2) IF(2019): 2.0 MNiSW: 70
2. B. Morończyk, E. Ura-Bińczyk, S. Kuroda, J. Jaroszewicz, R. Molak,: Microstructure and corrosion resistance of warm sprayed titanium coatings with polymer sealing for corrosion protection of AZ91E magnesium alloy, *Surface and Coatings Technology*, 363 (2019) 142-151, ZWOS: 18(17) ZS:22(21) IF(2019): 4.06 MNiSW: 100
3. R. Molak, B. Morończyk, E. Ura-Bińczyk, Z. Pakieła, S. Kuroda, W. Żórawski, K.J. Kurzydłowski, S. Kuroda: A Comparative Study of Aluminium and Titanium Warm Sprayed Coatings on AZ91E Magnesium Alloy 15 (2022), ZWOS: 0 (0) ZS 0 (0) IF(2022): 3.748 MNiSW: 100.

Dodatkowo analiza współczynników bibliometrycznych Habilitantki dowodzi, że posiada:

- (a) 24 publikacji w czasopismach z IF.
- (b) 7 publikacji w czasopismach nie posiadających IF.
- (c) Indeks Hirscha wynosi $H = 8$.
- (d) Liczba cytowań publikacji na dzień złożenia dokumentacji habilitacyjnej wynosił 215 – źródło WoS.



4. Wniosek końcowy.

Przedłożone do oceny osiągnięcie naukowe stanowiące zbiór publikacji naukowych, dorobek naukowy z uwzględnieniem współpracy dr inż. Ewy Ura-Bińczyk stanowi:

- (a) zbiór 11 prac naukowych opublikowanych na łamach czasopism z listy Journal Citation Reports, których Impact Factor zawiera się w przedziale od 1,259 do 6,48 (odpowiednio: Materials and Corrosion oraz Corrosion Science). Osiągnięcie naukowe w myśl Ustawy zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2b stanowi 11 publikacji naukowych, w przypadku których Habilitantka wykazała, stosownymi oświadczeniami, indywidualny i znaczący wkład w opracowanie koncepcji przeprowadzonych analiz, krytycznej oceny literatury, określenie zjawisk korozyjnych w zależności od rodzaju badanego podłoża, jego struktury po procesie obróbki SPD, a także określenia morfologii oraz sformułowania wniosków i odpowiedzi na recenzje ocenianych artykułów, pod wspólnym tytułem:

„Wpływ rozdrobnienia mikrostruktury na odporność korozyjną materiałów na bazie żelaza i aluminium”

stanowi istotny wkład w rozwój w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa;

- (b) dorobek naukowy, z wyłączeniem publikacji stanowiących podstawę ubiegania się o habilitację, jest oryginalny i wartościowy oraz wskazuje na ponadprzeciętną aktywność naukową;

- (c) Kandydatka w ponadprzeciętny sposób spełnia wymagania w zakresie współpracy międzynarodowej, co stawia Panią Doktor w grupie naukowców zdolnych pracować samodzielnie, a także budować wokół siebie międzynarodowe zespoły badawcze z czołowymi naukowcami na świecie.

Na podstawie powyższego stwierdzam, że dr inż. Ewa Ura-Bińczyk spełnia warunki określone w ustawie z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r. poz. 574). Uwzględniając powyższe, popieram wniosek o nadanie Habilitantce stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

Z poważaniem

Prof. dr hab. inż. Łukasz Kaczmarek