

Białystok 11.10.2023 r.

Dr hab. inż. Małgorzata
Grądzka-Dahlke
prof. PB

Politechnika Białostocka
Wydział Mechaniczny
Katedra Inżynierii Materiałowej i Produkcji
ul. Wiejska 45 C, 15-351 Białystok
tel. 664 709 636
m.dahlke@pb.edu.pl

RECENZJA

osiągnięcia naukowego
oraz dorobku naukowego, dydaktycznego, organizacyjnego
i w zakresie popularyzacji nauki
dr inż. Ewy Ura-Bińczyk

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

w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego
nauk w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych
w dyscyplinie *inżynieria materiałowa*

Podstawa opracowania opinii

decyzja Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa
Politechniki Warszawskiej
z dnia 11.08.2023 r.

Podstawę stanowił zbiór dokumentów zawierający Autoreferat wraz z kompletem załączników.

1. Sylwetka Kandydatki

Dr inż. Ewa Ura-Bińczyk uzyskała tytuł zawodowy magistra inżyniera na kierunku inżynieria materiałowa w 2005 r. na Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Ceramiki w zakresie ochrony przed korozją.

Pracę doktorską realizowała w ramach Polsko-Szwajcarskiej Szkoły Doktorantów na Wydziale Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej oraz w instytucie Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology w Dübendorf w Szwajcarii. Stopień doktora nauk technicznych w zakresie inżynierii materiałowej uzyskała w Politechnice Warszawskiej w 2010 r. na podstawie rozprawy: *Fundamental understanding of the corrosion mechanism of aluminium based quasicrystalline alloys*.

Od 2011 roku jest zatrudniona w Zakładzie Projektowania Materiałów na Wydziale Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej – przez rok na etacie technologa, a od 2012 r. na etacie adiunkta badawczo-dydaktycznego.

2. Ocena merytoryczna osiągnięcia naukowego

2.1. Charakterystyka i ogólna analiza osiągnięcia

Jako osiągnięcie naukowe, dr inż. Ewa Ura-Bińczyk przedstawiła cykl powiązanych tematycznie 11 publikacji, zatytułowane *Wpływ rozdrobnienia mikrostruktury na odporność korozyjną materiałów na bazie żelaza i aluminium* (w nawiasach podałam współczynniki

wpływu zgodne z rokiem publikacji artykułu wg bazy JCR, a także liczbę cytowań wg bazy Web of Science – stan obecny):

- [A1] E.Ura-Bińczyk, A.Dobkowska, M.Płocińska, T. Płociński, B. Adamczyk-Cieślak, B. Mazurkiewicz, W. Stolarski, 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 – Werkstoffe und Korrosion* 68 (2017), 1190-1199 (IF: 1,259, cytowań 0);
- [A2] 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), 1-10 (IF: 2,576, cytowań 7);
- [A3] E. Ura-Bińczyk, A. Krawczyńska, R. Sitek, M. Lewandowska: Mechanical properties and corrosion resistance of hydrostatically extruded 316 LVM stainless steel after low-temperature plasma nitriding, *Surface Science and Coatings Technology* 375 (2019), 565-572 (IF: 3.784, cytowań 11);
- [A4] E. Ura-Bińczyk: Effect of grain refinement on the corrosion resistance of 316L stainless steel, *Materials* 14 (2021) 7517 (IF: 3.748, cytowań 3);
- [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: 2.576, cytowań 7);
- [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: 6.479, cytowań 74);
- [A7] M. Orłowska, E. Ura-Bińczyk, B. Adamczak-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: 4.682, cytowań 1);
- [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: 1,832, cytowań 3);
- [A9] E. Ura-Bińczyk: Improvement of Pitting-Corrosion Resistance of Ultrafine-Grained 7475 Al Alloy by Aging, *Materials* 15 (2022), 360 (IF: 3.748, cytowań 4);
- [A10] M. Orłowska, E. Ura-Bińczyk, L. Śnieżek, P. Skudniewski, M. Kulczyk, B. Adamczyk-Cieślak, J. Mizera: Increasing the Mechanical Strength and Corrosion Resistance of Aluminum Alloy 7075 via Hydrostatic Extrusion and Aging, *Materials* 15 (2022), 4577 (IF: 3.748, cytowań 0);
- [A11] M. Orłowska, E. Ura-Bińczyk, L. Śnieżek, P. Skudniewski, M. Kulczyk, B. Adamczyk-Cieślak, 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: 3.748, cytowań 6).

Osiągnięcie naukowe zostało również omówione w autoreferacie w języku polskim.

Wszystkie wymienione prace zostały opublikowane w czasopiśmie z bazy JCR. W powyższym wykazie są dwie prace autorskie Kandydatki, pozostałe są publikacjami wieloautorskimi, przy czym udział Kandydatki należy uznać za wiodący – opracowanie

koncepcji artykułu, realizacja badań, koordynowanie przygotowania manuskryptu. Sumaryczny współczynnik wpływu dla tych prac wyniósł 40,129 (bez podziału na współautorów), a liczba cytowań wg bazy Web of Science – 116 (stan obecny), co można uznać za wynik bardzo dobry.

Problematyka poruszona w wyżej wymienionych pracach ma duże znaczenie, zarówno poznawcze, jak i użytkowe, przede wszystkim w świetle zainteresowania materiałami metalicznymi o znacznie rozdrobniejszej strukturze podczas doboru materiałów na elementy narażone na korozję, co ma bardzo istotny wpływ na trwałość i niezawodną eksploatację. Przedstawiona tematyka należy do dyscypliny naukowej *inżynieria materiałowa*.

Kandydatka uznała, że jej największe osiągnięcia, stanowiące istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria materiałowa, to:

- W środowisku syntetycznego płynu wypływowego otrzymanego w wyniku penetracji złoża gazu łupkowego płynem szczelinującym, rozdrobienie mikrostruktury stali węglowej o strukturze ferrytyczno-perlitycznej obniża szybkość korozji materiału wskutek utworzenia zwartej i szczelnej warstwy produktów korozji.
- Rozdrobienie mikrostruktury metodą wyciskania hydrostatycznego nie wpływa znacznie na odporność na korozję ogólną stali 316L. Jednak w środowisku korozyjnym zawierającym jony chlorkowe, wyższa ilość defektów dla stali wyciskanej na zimno powoduje wyższą podatność na korozję szczelinową tych stali. Azotowanie stali 316LVM o rozdrobniejszej mikrostrukturze powoduje poprawę odporności na korozję zarówno w środowisku kwaśnym, jak i zawierającym jony chlorkowe w wyniku wyższej koncentracji azotu w warstwie azotowanej.
- Rozdrobienie stali 316L w wyniku wyciskania hydrostatycznego powoduje obniżenie odporności na korozję ogólną w szerokim zakresie pH wskutek wyższej gęstości wtrąceń niemetalicznych oraz poprawę odporności na korozję wżerową w wyniku łatwiejszej repasywacji rozdrobniejszej osnowy. W wyniku rozdrobienia następuje redukcja wielkości wtrąceń oraz wzrost ich liczby na jednostkę powierzchni powoduje wzrost gęstości prądu na krzywej anodowej w szerokim zakresie pH. Oznacza to obniżenie odporności na korozję ogólną w badanych środowiskach korozyjnych. Jednak w przypadku korozji wżerowej następuje poprawa odporności na korozję. Większa liczba wtrąceń powoduje wzrost ilości metastabilnych wżerów, jednak wyższa gęstość defektów powoduje wyższą zdolność do repasywacji 316L, co hamuje powstawanie wżerów stabilnych.
- Rozdrobienie mikrostruktury technicznie czystego aluminium powoduje wzrost odporności na korozję, o ile ilość, wielkość oraz rozmieszczenie wtrąceń faz międzymetalicznych pozostaje bez zmian. Poprawa odporności na korozję wżerową jest związana ze wzrostem gęstości dyslokacji.
- Rozdrobienie mikrostruktury stopu aluminium 6060 powoduje nieznaczny wzrost szybkości korozji w środowisku zawierającym jony chlorkowe. W badanym środowisku korozyjnym materiał ten ulega aktywnej korozji, a wyższa gęstość defektów powoduje jego łatwiejsze roztwarzanie.
- Rozdrobienie mikrostruktury stopów aluminium 7075 oraz 7475 w procesie wyciskania hydrostatycznego powoduje pogorszenie odporności na korozję wżerową oraz zmianę morfologii zniszczeń korozyjnych w wyniku zwiększenia zawartości Mg oraz Zn w osnowie. Starzenie powoduje poprawę odporności na korozję oraz hamuje propagację zniszczeń korozyjnych w głąb materiału.

2.2. Ocena cyklu publikacji naukowych powiązanych tematycznie

Oceniając wybór tematyki przedstawionego cyklu publikacji naukowych oraz zakres badań, uważam, że zawierają oryginalne osiągnięcia dr inż. Ewy Ury-Bińczyk, najważniejsze z których omówię poniżej.

- 1) Najważniejszym osiągnięciem Kandydatki jest podjęcie aktualnego tematu wpływu rozdrobnienia mikrostruktury stopów metalicznych na ich odporność korozyjną. Badania zostały zrealizowane dla wybranych, często stosowanych materiałów – stali niestopowej, stali nierdzewnej 316L oraz aluminium i jego stopów. Analizowano procesy korozyjne w różnych środowiskach – adekwatnych do warunków pracy poszczególnych materiałów. W tym przeprowadzony zakres badań należy uznać za kompleksowe podejście do analizowanego zagadnienia.
- 2) Na szczególną uwagę zasługuje podjęcie próby wyjaśnienia przyczyn różnic w procesach korozyjnych poszczególnych materiałów, poddanych różnym obróbkom wpływającym na zmianę mikrostruktury. Kandydatka identyfikuje zjawisko wpływu rozdrobnienia mikrostruktury, prowadzące do zwiększenia gęstości mikroogniw korozyjnych na proces zarodkowania produktów korozji i właściwości protekcyjne powstającej warstwy powierzchniowej.
- 3) Niewątpliwie oryginalnym osiągnięciem Kandydatki jest zastosowanie różnych metod do kompleksowego opisu mikrostruktury próbek metalicznych o silnie rozdrobnionej mikrostrukturze. Kompleksowa analiza wielkości ziarn, wielkości i ilości wtrąceń faz międzymetalicznych, gęstości dyslokacji oraz rozkładu kątów dezorientacji w stopach aluminium poddanych różnym procesom obróbki pozwoliła na sformułowanie wniosków na temat wpływu poszczególnych parametrów mikrostruktury na odporność korozyjną tych materiałów.

2.3. Uwagi krytyczne i dyskusyjne

Oceniany jednotematyczny cykl publikacji (z uwzględnieniem wkładu Kandydatki w poszczególne publikacje) charakteryzuje się wysokim poziomem merytorycznym, niemniej niektóre kwestie wymagają wyjaśnienia. Ważniejsze uwagi krytyczne, w dużym stopniu dyskusyjne, chciałabym przedstawić poniżej.

- 1) Wydawałoby się celowym podjęcie próby uogólnienia wyników uzyskanych w ramach cyklu publikacji składających się na osiągnięcie naukowe Kandydatki, poza przedstawieniem wyliczenia wpływu rozdrobnienia mikrostruktury na odporność korozyjną badanych materiałów. Zrozumiałym jest, że poszczególne materiały były analizowane w różnych środowiskach korozyjnych, adekwatnych do warunków ich eksploatacji. Tym niemniej, można oczekiwać, że pewne aspekty będą analogiczne, jeżeli przyjąć, że na zmiany zachowań elektrochemicznych ma wpływ głównie rozdrobnienie mikrostruktury materiału. Zabrakło dogłębnej analizy innych czynników, które mogły mieć istotny wpływ na procesy korozji, np. naprężenia powstałe podczas dużego odkształcenia, czy ewentualne przemiany strukturalne (w stalach austenitycznych).
- 2) W przypadku stali niestopowych nasuwa się wątpliwość, czy faktycznie za znaczący spadek korozji (2,5x wagowo) odpowiada jedynie różnica wielkości ziarn (nie taka duża – 3x liniowo). Może na uzyskany efekt mają wpływ mikrododatki zawarte w stalach (nie był to dokładnie ten sam materiał poddany obróbce). O ile morfologia i skład chemiczny

produktów korozji na powierzchniach analizowanych materiałów się różnią, o tyle analiza przekrojów warstw powierzchniowych nie potwierdza tak istotnych różnic w mechanizmach korozji.

- 3) Dane uzyskane dla stali 316L w różnych publikacjach włączonych do osiągnięcia naukowego nie są jednoznaczne. Znalazło to odzwierciedlenie w przytoczonych na str. 3 recenzji osiągnięciach, wyszczególnionych przez Kandydatkę (pkt 2: „Rozdrobnienie mikrostruktury metodą wyciskania hydrostatycznego nie wpływa znacznie na odporność na korozję ogólną stali 316L”, pkt 3: „Rozdrobnienie stali 316L w wyniku wyciskania hydrostatycznego powoduje obniżenie odporności na korozję ogólną w szerokim zakresie pH”). Fakt ten także wskazuje na potrzebę uwzględnienia wpływu innych czynników poza rozdrobnieniem struktury na odporność korozyjną stali 316L. Czy na pewno azotowanie stali 316L jednoznacznie powoduje poprawę jej odporności na korozję?
- 4) W przypadku stopów aluminium serii 7xxx wyniki badań wskazują, że odporność korozyjna bardziej zależna jest od procesów obróbki cieplnej i wynikających z niej różnic w składzie chemicznym osnowy stopu i wydzielen niż rozdrobnienia mikrostruktury. To nie rozdrobnienie mikrostruktury stopów 7xxx powoduje zmianę składu chemicznego osnowy i w rezultacie pogorszenie odporności korozyjnej, a proces przesycania, zastosowany do przywrócenia mikrometrycznej wielkości ziarn w celu uzyskania stopu referencyjnego. Związki przyczynowo-skutkowe wymagają weryfikacji.

2.4. Podsumowanie

Uważam, że zaprezentowane w opiniowanym cyklu prac wyniki badań, z uwzględnieniem wkładu Kandydatki w poszczególne publikacje, a w szczególności analizę wpływu struktury rozdrobnienia mikrostruktury dla różnorodnych materiałów metalicznych na ich odporność korozyjną oraz morfologię warstwy powierzchniowej, a także zaproponowane mechanizmy tych procesów niszczenia korozyjnego, należy ocenić pozytywnie. Spełniają one wymagania stawiane osiągnięciom naukowym w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych. Wnoszą istotny wkład do rozwoju dyscypliny *inżynieria materiałowa*.

Należy podkreślić, że zdecydowana większość przedstawionych oryginalnych wyników badań Kandydatki została opisana w uznanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym, m.in: *Corrosion Science* (1 praca), *Materials and Design* (1 praca), *Surface and Coatings Technology* (1 praca), *Journal of Materials Science* (1 praca), *Advanced Engineering Materials* (1 praca), *Materials and Corrosion* (2 prace), *Materials* (3 prace), gdzie przeszły pełny proces opiniowania przez uznanych, międzynarodowych specjalistów z zakresu omawianych zagadnień.

3. Aktywność naukowa realizowana w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej

Kandydatka przed obroną doktoratu odbyła 18 miesięczny staż badawczy w Laboratorium Łączenia Materiałów i Korozji w Szwajcarskim Federalnym Laboratorium Materiałów i Technologii (EMPA) w Dübendorfie w ramach międzynarodowego projektu *Complex Metallic Alloys CMA*.

4. Kierowanie i udział w projektach badawczych

Wg informacji zawartych w Autoreferacie dr inż. Ewa Ura-Bińczyk posiada duże doświadczenia w zakresie udziału w pracach zespołów badawczych, realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych. Była kierownikiem jednego projektu *Odporność na korozję szybkochłodzonych stopów Al-Cr-Fe* w ramach Programu Inwentus Plus MNiSW. Ponadto była/jest wykonawcą w ośmiu projektach finansowanych przez NCBR, a także w pięciu innych.

Była także kierownikiem czterech projektów finansowanych z subwencji Politechniki Warszawskiej.

5. Ekspertyzy i inne opracowania na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorstw

W załączonej dokumentacji dr inż. Ewa Ura-Bińczyk wskazuje na współpracę z firmami Baker Hughes, GE Aviation oraz GE Power, która głównie polega na zaangażowaniu w procesie dydaktycznym. Wymienia 4 ekspertyzy, którymi kierowała w ramach indywidualnych projektów studenckich we współpracy z PZL Mielec.

Wskazana jest również wdrożona prototypowa stacja monitorowana korozji i parametrów fizykochemicznych w instalacji geotermalnej zbudowana w Geotermii Mazowieckiej w ramach projektu NCBR INNOTECHK1, w którym Kandydatka pełniła funkcję wykonawcy. Udział Kandydatki w opracowaniu wdrożenia nie został określony.

6. Osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne i w zakresie popularyzacji nauki

Wyłączając publikacje wyszczególnione w cyklu prac powiązanych tematycznie (przedstawione w poprzednim rozdziale recenzji), na pozostały dorobek naukowy Kandydatki po uzyskaniu przez nią stopnia doktora nauk technicznych składa się 18 prac, w tym:

- 13 współautorskich artykułów w uznanych czasopismach o zasięgu światowym, indeksowanych w bazie Journal Citation Reports,
- 4 współautorskie artykuły w innych czasopismach o zasięgu międzynarodowym lub krajowym,
- 1 rozdział w monografii krajowej.

Dr inż. Ewa Ura-Bińczyk legitymuje się całkowitym dorobkiem opisanym przez następujące parametry nauko-metryczne: współczynnik wpływu IF = 83,578, indeks Hirscha wg WoS H=9 (określony na podstawie cytowań bez autocytowań H=8), ogólna liczba cytowań wg WoS 284 (266 bez autocytowań) - stan obecny.

Pozytywnie należy ocenić udział Kandydatki w konferencjach międzynarodowych z zakresu *inżynierii materiałowej*. Po uzyskaniu stopnia doktora była autorem lub współautorem 13 referatów na konferencje międzynarodowe lub krajowe.

Dr inż. Ewa Ura-Bińczyk pełniła funkcję Guest Editor w wydaniu specjalnym czasopisma *Crystals* (IF = 3.057) pt.: "Light metals and its alloys".

Dorobek Kandydatki w obszarze recenzji artykułów naukowych dla renomowanych czasopism jest skromny – recenzowała w sumie 5 artykułów. Uczestniczyła natomiast w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań z NCBR.

Niestety, Kandydatka nie ma dorobku związanego z uzyskiwaniem praw ochrony własności przemysłowych.

Przedstawiony do oceny dorobek dydaktyczny, organizacyjny i w zakresie popularyzacji nauki dr inż. Ewy Ury-Bińczyk oceniam pozytywnie. Spełnia on wymagania stawiane w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych.

7. Wniosek końcowy

Podsumowując ocenę osiągnięcia naukowego i dorobku dr inż. Ewy Ury-Bińczyk, stwierdzam, że:

- przedstawione osiągnięcie naukowe nt. *Wpływ rozdrobnienia mikrostruktury na odporność korozyjną materiałów na bazie żelaza i aluminium* zawiera oryginalny wkład do dyscypliny *inżynieria materiałowa*,
- Kandydatka ma wystarczający dorobek naukowy opublikowany w czasopismach krajowych i zagranicznych oraz szereg prezentacji swoich prac na konferencjach międzynarodowych,
- jest uznaną specjalistką w reprezentowanej specjalności naukowej;
- ma także dobry dorobek dydaktyczny, organizacyjny i w zakresie popularyzacji nauki.

W podsumowaniu stwierdzam, że całokształt dorobku dr inż. Ewy Ury-Bińczyk spełnia kryteria określone w art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478) i uzasadnia nadanie jej stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie *inżynieria materiałowa* przez Radę Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Warszawskiej.

Małgorzata Greda-Dalich