



Prof. dr hab. inż. Łukasz Kaczmarek  
Instytut Inżynierii Materiałowej  
Wydział Mechaniczny  
Politechnika Łódzka

Łódź, 10.03.2024r.

## RECENZJA

### Dorobku dr inż. Agnieszki Krawczyńskiej

Niniejsza recenzja została opracowana na podstawie pisma Rady Naukowej Inżynieria Materiałowa Politechniki Warszawskiej, pismo z dnia 12 grudnia 2024r. na podstawie Uchwały nr 421/II/2023 Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Materiałowa z dnia 24 listopada 2023 roku w sprawie powołania komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa wszczętym na wniosek Pani dr inż. Agnieszki Teresy Krawczyńskiej.

#### 1. Charakterystyka Habilitantki.

Doktor inżynier Agnieszka Teresa Krawczyńska w 2012r. obroniła pracę doktorską w Politechnice Warszawskiej na Wydziale Inżynierii Materiałowej, kierunek Inżynieria Materiałowa. Tematem pracy doktorskiej: „Zmiany mikrostruktury i właściwości mechaniczne nanostrukturalnej stali austenitycznej 316LVM pod wpływem wygrzewania w różnych warunkach”.

Pracę magisterską (obroniona w 2006r. pt. „Kompozyty  $Al_2O_3-SiC_w$ ”) zrealizowała w Politechnice Warszawskiej, Wydział Inżynierii Materiałowej.

#### Zajmowane stanowiska:

- 18.02.2009 – 31.12.2014 starszy referent ds. administracyjnych, Wydział Inżynierii Materiałowej, Politechnika Warszawska
- 01.12.2012 – 30.06.2013 post-dok Centre d'Elaboration des Matériaux et d'Etudes Structurales (Toulouse, France)
- 02.02.2015 – 31.07.2020 specjalista naukowo-techniczny Wydział Inżynierii Materiałowej, Politechnika Warszawska
- 01.08.2020 – aktualnie adiunkt badawczy Wydział Inżynierii Materiałowej, Politechnika Warszawska



## 2. Ocena osiągnięcia naukowego jako podstawa do uzyskania habilitacji.

Dr inż. Agnieszka Krawczyńska przedstawiła do oceny osiągnięcie naukowe stanowiące zbiór 9 prac naukowych opublikowanych na łamach czasopism z listy Journal Citation Reports, których Impact Factor zawiera się w przedziale od 0,85 do 6,4 (odpowiednio: Int. J. Mater. Res. oraz Mater. Sci. Eng. A.), pod wspólnym tytułem: „Zjawiska zachodzące w materiałach o strukturze nanometrycznej podczas ekspozycji na różne warunki środowiskowe”. Osiągnięcie naukowe w myśl Ustawy zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021r. poz 478 z późn. Zm.) stanowi 9 publikacji naukowych, w przypadku których Habilitantka wykazała, stosownymi oświadczeniami, indywidualny i znaczący wkład w opracowanie koncepcji przeprowadzonych analiz, krytycznej oceny literatury, określenie zjawisk w zależności od rodzaju badanego podłoża, ze szczególnym uwzględnieniem jego struktury po procesie obróbki SPD i typu oraz stopnia zdefektowania, a także sformułowania wniosków i odpowiedzi na recenzje ocenianych artykułów. **Cykl ten stanowi:**

1H. A.T. Krawczyńska, Ł. Ciupinski, M. Gloc, D. Setman, M. Spsychalski, P. Suchecki, M.O. Liedke, M. Butterling, A. Wanger, E. Hirschmann, P. Petersson, Impact of high pressure torsion processing on helium ion irradiation resistance of molybdenum, Mater. Charact. 191 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2022.112151>.

IF(2022): 4,7, pkt. MNiSW: 100

2H. A.T. Krawczyńska, M. Lewandowska, A.T. Fry, Microstructural characterization and residual stress distribution in a nanostructured austenitic stainless steel, Int. J. Mater. Res. (2018). <https://doi.org/10.3139/146.111672>.

IF(2018): 0,851, pkt. MNiSW: 30

3H. A.T. Krawczyńska, W. Chromiński, E. Ura-Binczyk, M. Kulczyk, M. Lewandowska, Mechanical properties and corrosion resistance of ultrafine grained austenitic stainless steel processed by hydrostatic extrusion, Mater. Des. 136 (2017). <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2017.09.050>.

IF(2017): 4,525, pkt. MNiSW: 35

4H. A.T. Krawczyńska, J. Zdunek, R. Sitek, M. Lewandowska, Formation of the Nitrided Layers on an Austenitic Stainless Steel with Different Grain Structures, Adv. Eng. Mater. (2018). <https://doi.org/10.1002/adem.201701049>.

IF(2018): 2.906, pkt. MNiSW: 30

5H. A.T. Krawczyńska, M. Kerber, P. Suchecki, B. Romelczyk-baishya, M. Oskar, M. Butterling, E. Hirschmann, A. Wagner, M. Lewandowska, D. Setman, The impact of high hydrostatic pressure maintenance after high-pressure torsion on phenomena during high hydrostatic pressure annealing, Mater. Sci. Eng. A. 840 (2022). 142874. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2022.142874>

IF(2022): 6,4, pkt. MNiSW: 140

6H. A.T. Krawczyńska, S. Gierlotka, P. Suchecki, D. Setman, B. Adamczyk-Cieslak, M. Lewandowska, M. Zehetbauer, Recrystallization and grain growth of a nano/ultrafine



structured austenitic stainless steel during annealing under high hydrostatic pressure, *J. Mater. Sci.* (2018). <https://doi.org/10.1007/s10853-018-2459-1>.

IF(2018): 3,442, pkt. MNiSW: 30

7H. A.T. Krawczyńska, S. Gierlotka, P. Suchecki, D. Setman, B. Adamczyk-Cieslak, M. Gloc, W. Chrominski, M. Lewandowska, M. Zehetbauer, Phenomena Occurring in Nanostructured Stainless Steel 316LVM during Annealing under High Hydrostatic Pressure, *Adv. Eng. Mater.* (2018). <https://doi.org/10.1002/adem.201800101>.

IF(2019): 3,217, pkt. MNiSW: 100

8H. A.T. Krawczyńska, P. Suchecki, B. Adamczyk-Cieslak, B. Romelczyk-Baishya, M. Lewandowska, Influence of high hydrostatic pressure annealing on the recrystallization of nanostructured austenitic stainless steel, *Mater. Sci. Eng. A.* (2019). <https://doi.org/10.1016/j.msea.2019.138381>.

IF(2019): 4,652, pkt. MNiSW: 140

9H. A.T. Krawczyńska, M. Kerber, P. Suchecki, B. Romelczyk-Baishya, M. Lewandowska, D. Setman, The impact of the stacking fault energy of nanostructured metals on phenomena during annealing at the high hydrostatic pressure, *Mater. Sci. Eng. A.* 808 (2021) 140913. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2021.140913>

IF(2021), 6,044, pkt. 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.

Recenzowane osiągnięcia habilitacyjne dotyczą niezwykle istotnego zagadnienia powiązanego z ideą kreowania materiałów o wyjątkowych cechach fizykochemicznych pod kątem ich dedykowanych zastosowań inżynierskich. Wykorzystane do tego celu rodziny metod dużego odkształcenia plastycznego nie stanowią już nowej ścieżki w tym kontekście.

Jednak z racji szerokiej perspektywy poprawy właściwości ze względu na wielokryterialne zależności SPD stanowi ciągle aktualne wyzwanie wielu ośrodków naukowych nie tylko w Polsce ale i na Świecie. Postępujący rozwój w obszarze generowania nowych chemicznych kompozycji materiałów metalicznych powoduje konieczność wprowadzania zmian procesów ich następczego obrabiania plastycznego czy plastyczno-cięplnego. Dochodzą do tego zmiany mikrostruktury przy jednoczesnej akumulacji energii. Często wartości te wykazują zmiany gradientowe wynikające z typu wykorzystanej obróbki SPD. Z tego względu podejmowany przez Habilitantkę temat wpisuje się w światowe trendy powiązane z modyfikowaniem składów chemicznych czy parametrów fizykochemicznych obróbek SPD pod kątem generowania zmian strukturalnych w celu osiągnięcia zadanych,



wynikowych właściwości obrabianego stopu. Badania w podobnym zakresie realizowane są w czołowych ośrodkach na świecie. Należy tutaj wymienić prace:

1. Zespół prof. Derek Morin z CNS/Y-12 National Security Complex, Oak Ridge, TN, 37831, USA. Przykładem są badania Influence of defect characteristics on tensile deformation of an additively manufactured stainless steel: Evolutions of texture and intergranular strain, Materials Science and Engineering: A Volume 791, 22 July 2020 czy badania opublikowane na łamach Materials Science and Engineering: A Volume 791, 22 July 2020, Influence of defect characteristics on tensile deformation of an additively manufactured stainless steel: Evolutions of texture and intergranular strain.
2. Zespół prof. Oliver Renk z Austrian Academy of Sciences, Erich Schmid Institute of Materials Science, Leoben, Austria. Przykładem są badania Severe plastic deformation close to the melting point enables Mg-Fe nanocomposites with exceptional strength, Scripta Materialia Volume 230, June 2023, 115428
3. Zespół prof. Kaveh Edalati z International Institute for Carbon-Neutral Energy Research (WPI-I2CNER), Kyushu University, Fukuoka, Japan. Przykładem są badania Superfunctional Materials by Ultra-Severe Plastic Deformation, Materials (Basel). 2023 Jan; 16(2): 587.
4. Zespół prof. G.C. Yue z School of Materials Science and Engineering, Zhengzhou University, PR China. Przykładem są badania Microstructures and degradation mechanism in simulated body fluid of biomedical Mg-Zn-Ca alloy processed by high pressure torsion, Materials & Design Volume 96, 15 April 2016, Pages 54-62.

Zagadnienia obróbek SPD dotyczą szerokiego spektrum badań w tym m.in. wpływu na odporność korozyjną, wpływu na procesy wydzieleniowe i możliwość tworzenia struktur typu „core-shell”, a także wpływu na zmęczenie stykowe poprzez zmianę wartości naprężeń. Jednakże jeden z kluczowych zagadnień nadal wymaga szerszego spojrzenia szczególnie w kontekście kreowania struktur w procesach obróbki cieplnej, cieplnochemicznej czy depozycji powłok funkcjonalnych. Występowanie zdefektowania strukturalnego może mieć kluczowe znaczenie w procesach inicjacji wzrostu nowych faz, a także zarodkowania osadzanych powłok czy generowanych warstw dyfuzyjnych. Fakt ten wymaga uporządkowania i powiązania wielokryterialnych czynników mogących mieć wpływ na wynikowe właściwości fizykochemiczne badanych układów metalicznych poddanych uprzednio obróbkom SPD.

W kontekście analizy literaturowego stanu wiedzy **Habilitantka zdefiniowała cel naukowy dotyczący:**

cyt. "... zrozumienia wpływu defektów mikrostruktury utworzonych w wyniku dużego odkształcenia plastycznego na zjawiska zachodzące w materiałach podczas takich procesów jak naświetlanie jonami He, niskotemperaturowe azotowanie jarzeniowe czy wygrzewanie pod wysokim ciśnieniem hydrostatycznym."

Oczywiście cel jest uogólniony natomiast oddaje logiczne sedno podejmowanych badań w celu scharakteryzowania wpływu generowanych defektów struktury na szereg różnorodnych procesów obróbczych.



**Cele szczegółowe zostały zdefiniowane w następujący sposób:**

Cyt.

- „Określenie wpływu defektów mikrostruktury powstałych w wyniku procesów SPD na zdolność odbicia naświetlonych lusterek z molibdenu do zastosowań w reaktorach termojądrowych,
- Określenie wpływu defektów mikrostruktury powstałych w wyniku procesów SPD na tworzenie warstw procesie niskotemperaturowego azotowania jarzeniowego stali austenitycznej,
- Określenie wpływu defektów mikrostruktury powstałych w wyniku procesów SPD na zjawiska zachodzące podczas wygrzewania pod wysokim ciśnieniem hydrostatycznym.”

W ramach trzech zdefiniowanych celów szczegółowych habilitantka przeprowadziła szczegółowe analizy prowadzące do zidentyfikowania zjawisk na poziomie atomowym prowadzących do ich określenia i wyjaśnienia. Obiektami badań były odpowiednio:

- Molibden poddany obróbce HPT i naświetlaniu jonami He.
- Stal austenityczna poddana obróbce HE (na zimno i na gorąco) i niskotemperaturowemu azotowaniu jarzeniowemu.
- Stal austenityczna odkształcona w procesie walcowania profilowego.

W przypadku badań z zastosowaniem uprzednio obrobionego metodą HPT molibdenu, Habilitantka określiła kluczową zależność pomiędzy gęstością granic ziarn, pułapkowaniem jonów He, a tworzeniem się w wyniku tego pęcherzyków w granicach ziarn. W konsekwencji występowanie niniejszego zjawiska prowadzi do generowania naprężeń i rozrywania wiązań w metalu prowadząc do nanopęknięć. Zjawiska te są niezwykle istotne w przypadku zastosowania molibdenu jako lustra w reaktorach termojądrowych.

W odniesieniu do badań azotowania stali austenitycznej po procesie HE, Habilitantka wykazała wpływ granic ziarn na możliwość występowania zjawiska pułapkowania azotu, co nie stanowi siły napędowej do możliwości tworzenia grubszych warstw. Zidentyfikowanie tego zjawiska tłumaczy dlaczego, pomimo akumulacji dużej ilości energii i wzrostu gęstości granic ziarn, fakt ten nie pozwala na uzyskanie szerszych profili azotu. Innym zagadnieniem jest fakt obniżenia temperatury azotowania do wartości 430°C, co może dyskutować grubość wytworzonych profili azotu. Zjawisko to wymaga dalszego zgłębiania szczególnie z punktu widzenia roli akumulacji naprężeń i ich relaksacji w trakcie azotowania.

Badania z wykorzystaniem zmodyfikowanego konstrukcyjnie urządzenia HPT, z międzyoperacyjnym zastosowaniem wysokiego ciśnienia hydrostatycznego, i z następczą obróbką cieplną HPA – High Hydrostatic Pressure Annealing umożliwiło wytworzenie unikatowej struktury. W tym przypadku Habilitantka uzyskała wyższy poziom wakansów, które wykazywały utrudnioną migrację do granic ziarn, co ostatecznie skutkowało dalszym rozdrobnieniem ziarn badanego stopu. Jednocześnie wykazała utrudnione procesy rekrytalizacyjne wpływające na rozrost ziarna, co ma bezpośrednie przełożenie na wynikową ultra drobnokrystaliczną strukturę.



**Uwagi do zaprezentowanego materiału.**

Ciekawym zagadnieniem byłoby również powiązanie uzyskanych wyników z wartościami generowanych naprężeń. Fakt ten również może odgrywać ważną rolę w kreowaniu struktury, w tym wpływu procesów relaksacyjnych w podwyższonej temperaturze. Ponadto należałoby zwrócić uwagę na możliwość występowania gradientu rozkładu naprężeń i wielkości ziarna, co często towarzyszy materiałom obrabianych metodami SPD. Zidentyfikowanie niniejszego zjawiska pozwoliłoby na wyższą kontrolę zmian struktury ze względu na konieczność jej analizy w tożsamych obszarach.

**Powyższe uwagi nie umniejszają użyteczności przeprowadzonych badań, a przedłożone do recenzji dzieło pt.**

**„Zjawiska zachodzące w materiałach o strukturze nanometrycznej podczas ekspozycji na różne warunki środowiskowe”**

**stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Materiałowa szczególnie w zakresie powiązania rodzaju zastosowanej obróbki SPD, wynikowej struktury oraz warunków prowadzonych badań na rodzaj generowanych defektów struktury.**

**Udział Habilitantki w inicjacje 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 posiada bardzo bogate doświadczenie, które zdobyła w zagranicznych ośrodkach naukowych. Do tej pory odbyła aż osiem staży, w przypadku których do najważniejszych zaliczam siedmiomiesięczny staż post-dok w Centre d'Elaboration des Materiaux et d'Etudes Structurales, Toulouse, France. Ponadto swoje umiejętności naukowe rozwijała w takich ośrodkach jak:

- 13.-18.06.2023, Institute of Radiation Physics Helmholtz-Zentrum Dresden – Rossendorf.
- Cztery tygodniowe staże w ciągu 2018 i 2019 roku w INSA Lyon w ramach projektu POLONIUM MNiSW.
- 0.02-13.03.2020 Uniwersytet Wiedeński, Wydział Fizyki – staż naukowy w ramach projektu WTZ MNiSW.
- 01.02-31.03.2019 Uniwersytet Wiedeński, Wydział Fizyki – staż naukowy w ramach projektu WTZ MNiSW.
- 18.01-22.01.2016 Uniwersytet Wiedeński, Wydział Fizyki – staż naukowy w ramach projektu Sonata.
- 09.-10.2015 National Physical Laboratory (Teddington, Anglia) – staż w ramach programu Skills organizowanego przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej.
- 09.-10.2010 Erich Schmid Institute of Materials Science (Leoben, Austria) – staż naukowy w ramach projektu KMM.VIN.



Efektom powyższych staży jest szereg publikacji naukowych w wysoko punktowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym.

**Dodatkowo Habilitantka brała udział w realizacji 14 projektów badawczych, w tym jednego międzynarodowego oraz w przypadku 5 piastowała funkcję Kierownika.**

**Tą część oceniam bardzo wysoko. Przedstawione wskaźniki stanowią ponadprzeciętną wartość dla osób ubiegających się o stopień habilitacji w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa.**

Ponadto analiza współczynników bibliometrycznych Habilitantki dowodzi, że posiada:

Baza WoSCC - IF = 14, cytowania bez autocytowań = 487

Scopus – IF = 15, cytowania bez autocytowań = 523

#### **4. Wniosek końcowy.**

Przedłożone do oceny osiągnięcia naukowe opisane na łamach zbioru publikacji naukowych (ocenionych w punkcie 2 niniejszej recenzji) oraz przedłożony dorobek naukowy z uwzględnieniem współpracy międzynarodowej dr inż. Agnieszki Krawczyńskiej stanowi:

- (a) zbiór 9 prac naukowych opublikowanych na łamach czasopism z listy Journal Citation Reports, których Impact Factor zawiera się w przedziale od 0,85 do 6,4 (odpowiednio: Int. J. Mater. Res. oraz Mater. Sci. Eng. A.), pod wspólnym tytułem: „*Zjawiska zachodzące w materiałach o strukturze nanometrycznej podczas ekspozycji na różne warunki środowiskowe*”. Osiągnięcie naukowe w myśl Ustawy zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021r. poz 478 z późn. Zm.) stanowi 9 publikacji naukowych, w przypadku których Habilitantka wykazała, stosownymi oświadczeniami, indywidualny i znaczący wkład w opracowanie koncepcji przeprowadzonych analiz, krytycznej oceny literatury, określenie zjawisk w zależności od rodzaju badanego podłoża, ze szczególnym uwzględnieniem jego struktury po procesie obróbki SPD i typu oraz stopnia zdefektowania, a także sformułowania wniosków i odpowiedzi na recenzje ocenianych artykułów, pod wspólnym tytułem:

**„Zjawiska zachodzące w materiałach o strukturze nanometrycznej podczas ekspozycji na różne warunki środowiskowe”**

**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;



Politechnika Łódzka

Instytut Inżynierii Materiałowej



- (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. Agnieszka Krawczyńska spełnia warunki określone w ustawie z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce art. 219 ust. 1 pkt. 2 (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Uwzględniając powyższe, popieram wniosek o nadanie Habilitantce stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria materiałowa.**

Z poważaniem  
Prof. dr hab. inż. Łukasz Kaczmarek