

Prof. dr hab. A. Olszyna
Wydział Inżynierii Materiałowej
Politechnika Warszawska



RECENZJA

osiągnięć naukowo-badawczych oraz dorobku dydaktycznego i organizacyjnego
w postępowaniu habilitacyjnym
dr inż. Dariusza Garbca

1. Uwagi ogólne

Dr inż. Dariusz Garbiec studia wyższe ukończył na Wydziale Maszyn Roboczych i Transportu Politechniki Poznańskiej w roku 2009 broniąc pracy magisterskiej pt. „Drogowy przewóz materiałów łatwopalnych. Aspekty prawne, organizacyjne i techniczne” (promotor dr inż. Zbigniew Rybak). Pracę doktorską pt. „Wpływ parametrów prądowych metodą iskrowego spiekania plazmowego na właściwości materiałów kompozytowych Al/Al₂O₃ i Al/SiC” (promotor prof. dr hab. inż. Mieczysław Jurczyk) obronił w roku 2013 i uchwałą Rady Wydziału Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa (specjalność metalurgia proszków). Recenzentami rozprawy doktorskiej byli: prof. dr hab. inż. Waldemar Kaszuwara z Politechniki Warszawskiej, prof. dr hab. inż. Jarosław Jakubowicz z Politechniki Poznańskiej.

Dr inż. Dariusz Garbiec pracę zawodową rozpoczął w roku 2010 w Instytucie Obróbki Plastycznej w Poznaniu początkowo na stanowisku laboranta - konstruktora a od 2014 roku adiunkta. Od marca 2020 roku został powołany na stanowisko Lidera obszaru (pion badawczy) w Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytut Obróbki Plastycznej w Poznaniu.

2. Ocena osiągnięcia naukowego - cyklu publikacji stanowiącego podstawę do uzyskania stopnia doktora habilitowanego

Osiągnięciem naukowym pt. „Kształtowanie mikrostruktury i właściwości mechanicznych oraz tribologicznych wybranych materiałów poprzez optymalizację procesu spiekania wspomaganego polem elektrycznym FAST/SPS”, o którym mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.) jest cykl ośmiu powiązanych tematycznie publikacji naukowych, które w roku opublikowania artykułów w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 kryteria ewaluacji jakości działalności naukowej ust. 2 pkt 2 lit. B, a ich liczba punktów MEiN wynosi 586 pkt., a sumaryczny IF wynosi 16,258.

[H1] D. Garbiec: Consolidation of Mg-SiC composites by spark plasma sintering, Composites Theory and Practice, r. 16, nr 2, 2016 s. 74-78

[H2] A. Mróz, **D. Garbiec**, A. Wielowiejska-Giertuga, T. Wiśniewski, M. Gierzyńska-Dolna, A. **Martyła**: Structural, mechanical and tribological properties of spark plasma sintered Ti6Al4V alloy, *Archives of Metallurgy and Materials*, vol. 61, nr 2, 2016, s. 665—670

[H3] **D. Garbiec**, P. Siwak: Study on microstructure and mechanical properties of spark plasma sintered Alumix 431 powder, *Powder Metallurgy*, vol. 59, nr 4, 2016, s. 242—248

[H4] **D. Garbiec**, P. Siwak, A. Mróz: Effect of compaction pressure and heating rate on microstructure and mechanical properties of spark plasma sintered Ti6Al4V alloy, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, vol. 16, nr 4, 2016, s. 702-707

[H5] B. Leszczyńska-Madej, **D. Garbiec**, M. Madej: Effect of sintering temperature on microstructure and selected properties of spark plasma sintered Al-SiC composites, *Vacuum*, vol. 164, 2019, s. 250-255

[H6] **D. Garbiec**, V. Leshchynsky, A. Colella, P. Matteazzi, P. Siwak: Structure and deformation behavior of Ti-SiC composites made by mechanical alloying and spark plasma sintering, *Materials*, vol. 12, nr 8, 2019, 1276

[H7] B. Leszczyńska-Madej, M. Madej, **D. Garbiec**: Tribological properties of spark plasma sintered Al-SiC composites, *Materials*, vol. 13, nr 21, 2020, 4969

[H8] **D. Garbiec**, M. Wiśniewska, R. Psiuk, P. Denis, N. Levintant-Zayonts, V. Leshchynsky, R. Rubach, T. Mościcki: Zirconium alloyed tungsten borides synthesized by spark plasma sintering, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, vol. 21, nr 1, 2021, 37

Habilitant przedstawił cykl publikacji, w których w znakomitej większości Kandydat jest na pierwszym miejscu. Wkład merytoryczny polegał na opracowaniu koncepcji pracy, założeń i metodyki prowadzonych badań; wytworzeniu spieków do badań; wykonaniu badań mikrostruktury oraz wybranych właściwości mechanicznych i tribologicznych kompozytów; przeprowadzenie analizy uzyskanych wyników; przygotowanie manuskryptu do druku. Zatem można stwierdzić, że działania Habilitanta w tych pracach były dominujące i miały wpływ na kierunek i powodzenie prowadzonych badań a w konsekwencji na naukową wartość publikacji. Celem naukowym prowadzonych badań stanowiących przedmiot wniosku habilitacyjnego jest zastosowanie szybkiego spiekania wspomaganego polem elektrycznym (FAST/SPS) do wytwarzania materiałów konstrukcyjnych lekkich biorąc pod uwagę m.in.: nanostrukturalne cechy proszków wytwarzanych na drodze MA, reakcje chemiczne zachodzące podczas spiekania kompozytów kontrolowane parametrami procesu, kształtowanie mikrostruktury oraz relacje mikrostruktura—właściwości. Jako dodatkowy cel przyjęto optymalizację parametrów technologicznych procesu FAST/SPS, umożliwiającą takie kształtowanie mikrostruktury wytwarzanych materiałów, które pozwolą uzyskać wysokie właściwości mechaniczne i tribologiczne, takie jak twardość, odporność na kruche pęknięcie czy też wytrzymałość na rozciąganie, ściskanie i zginanie oraz niski współczynnik tarcia i dużą odporność na zużycie.

Jako metodę wytwarzania zaproponowano nowoczesną metodę konsolidacji proszków SPS/FAST (**Spark Plasma Sintering**). Metoda ta bazuje na jednoczesnym stosowaniu ciśnienia oraz impulsów prądowych o dużym natężeniu i małym napięciu, które wytwarzane są przez generator prądu stałego. Impulsy prądu elektrycznego przepływają bezpośrednio przez stemple, matrycę oraz spiekany materiał, aktywując procesy w punktach styku ziaren proszku (ciepło Joule'a, wyładowania mikroplazmowe). Dzięki temu następuje zwiększenie aktywności spiekania pozwalając na osiągnięcie prędkości grzania do 1000K/min a w konsekwencji znacząco redukując czas trwania całego procesu. Warto zaznaczyć iż stosowany w tej metodzie sposób grzania proszku, pozwala na otrzymywanie spieków charakteryzujących się wysoką gęstością względną (bliskiej teoretycznej), małym rozroście ziaren, jak również homogeniczną mikrostrukturą. Nowością pracy jest zatem zastosowanie nowoczesnej metody konsolidacji w impulsowym przepływie prądu elektrycznego SPS/FAST do wytwarzania spieków (metalicznych: Al, Ti6Al4V, kompozytów na osnowie Mg, Al, Ti zbrojonych cząstkami SiC oraz twardych faz z układu W-Zr-B). Na wyróżnienie zasługuje również fakt, że dla osiągnięcia postawionego celu pracy Habilitant zastosował różnorodne i wzajemnie się uzupełniające metody badawcze. Badania morfologii proszków, rozkładu ich wielkości, badania mikrostruktury spieków oraz badania wybranych właściwości mechanicznych i tribologicznych kompozytów przeprowadzono przy użyciu nowoczesnych metod badawczych: morfologia proszku (SEM /EDS Hitachi SU70, rozkład wielkości cząstek (Mastersizer 3000 – Malvern), skład fazowy proszku i kompozytów XRD (Krisalloflex4 – Simens), mikrostruktura SEM/EDS (Hitachi SU 70) i TEM (Jeol JEM 2010ARP), twardość (FV 800 Future-Tech, Micromet 2104 Wirtz-Buehler, Picodenter HM500 Fischer), właściwości mechaniczne (Picodenter HN500 Fischer, Instron 4483, microtester MT5000HC Gatan), właściwości tribologiczne (tribometer IST).

Tematyka cyklu publikacji jest ściśle związana z nowoczesną inżynierią materiałową, a w szczególności technologią wytwarzania oraz kompleksowymi badaniami mikrostruktury, składu fazowego, wybranych właściwości fizycznych w tym mechanicznych oraz odporności na zużycie tribologiczne spieków: AA7075, Ti6Al4V, Mg-SiC, Al-SiC, Ti-SiC, W-Zr-B. Praca realizowana była w trzech blokach tematycznych: spieki tworzyw metalicznych, spieki kompozytów metal-ceramika i spieki ceramiczne.

W pierwszym bloku pracy, którą badał Habilitant były spieki stopów metali stosowane często jako materiały konstrukcyjne lub funkcjonalne w wielu dziedzinach gospodarki. Habilitant zbadał wpływ temperatury i czasu spiekania na mikrostrukturę i wybrane właściwości mechaniczne stopu AA7075 wytworzonego z proszku Alumix 431. Spiekanie realizował w temperaturze 450 i 500°C, w czasie 2,5, 5 i 10 min. W efekcie przeprowadzonych badań wykazał, że kluczowym parametrem w konsolidacji proszku Alumix 431 jest temperatura spiekania. Zwiększenie temperatury spiekania z 450 do 500°C spowodowało znaczące zmiany w mikrostrukturze badanych spieków, oraz znacząco zredukowało porowatość (do 0,34%), co potwierdzono w badaniu tomografii komputerowej. W mikrostrukturze spieków Alumix 431 ulegających przesyleniu w procesie konsolidacji proszku widoczne są dyspersyjne wydzielenia faz międzymetalicznych, które umocniły otrzymany stop. Ma to swoje przełożenie na twardość i wytrzymałość na rozciąganie, która zbliżona jest do wartości typowych dla tego stopu, ale poddanego dodatkowo obróbce do stanu T6. Uzyskana twardość mieści się w przedziale od 1304MPa do 1412MPa, z kolei wytrzymałość na rozciąganie jest w zakresie 345—350MPa dla spieków wytworzonych w czasie do 5 min. Na uwagę zasługuje fakt podjęcia przez Habilitanta udanej próby obróbki plastycznej metodą wyciskania KOBO.

Drugim materiałem w formie stopu metalicznego, który był wytwarzany techniką FAST/SPS był stop Ti6Al4V. Stop ten wytwarzany był przy zastosowaniu temperatury spiekania w zakresie 1000—1300°C, czyli powyżej temperatury przemiany α -Ti \rightarrow β -Ti oraz przy różnych ciśnieniach prasowania i szybkości nagrzewania. Habilitant wykazał, że wysoka temperatura spiekania jest niezbędna do uzyskania gęstych spieków o jednorodnej mikrostrukturze w stopach Ti ze względu na konieczność dyfuzji pierwiastków stopowych, co powoduje niestety wzrost wielkości ziaren. Drugim istotnym elementem przeprowadzonych badań jest określenie wpływu ciśnienia prasowania na powstającą mikrostrukturę stopu Ti6Al4V. Habilitant wykazał, że rozrost ziaren Ti związany jest ze wzrostem ciśnienia prasowania do wartości 50MPa, niezależnie od wielkości cząstek proszku, zastosowanej temperatury spiekania czy szybkości nagrzewania. Zjawisko to ma swoją podstawę w mechanizmie procesu FAST/SPS (wyładowania elektryczne pomiędzy cząstkami proszku o niskim stopniu konsolidacji). Ze względu na potencjalne zastosowanie stopów Ti na implanty, Habilitant przeprowadził testy tribologiczne w warunkach tarcia suchego w układzie rolka-kłosek oraz w środowisku surowicy bydłowej w układzie trzpień-tarcza (warunki zbliżone do panujących w organizmie człowieka). W wyniku przeprowadzonych badań wykazano, że w warunkach tarcia suchego przy współpracy z przeciw-próbką wykonaną ze stali 100Cr6, najmniejszym zużyciem charakteryzują się próbki ze spieków wytworzonych w temperaturze 1300°C i przy ciśnieniu prasowania wynoszącym 50MPa. Próbki ze spieku wytworzonego w 1300°C i 50 MPa testowano we współpracy z polietylenem o ultra-wysokiej masie cząsteczkowej (UHMWPE) w środowisku surowicy bydłowej w temperaturze 37°C. W przypadku tego materiału uzyskano podobne zużycie jak w przypadku komercyjnie dostępnego stopu Ti6Al4V. Średnie zużycie próbek ze spieku stopu Ti6Al4V wynosiło 0,072 mg, natomiast średnie zużycie próbek komercyjnego stopu Ti6Al4V wynosiło 0,069 mg. Istotne zmiany zauważono w wartościach współczynnika tarcia. W przypadku próbek ze spieków wartości współczynnika tarcia były niższe (0,039—0,041) niż w przypadku próbek komercyjnych (0,052—0,063), co z aplikacyjnego punktu widzenia stanowi o wyższości spieków ze stopu Ti6Al4V wytworzonych techniką FAST/SPS.

W drugim bloku pracy eksperymenty dotyczyły kompozytów na osnowie metalicznej zbrojonej cząstkami ceramicznymi. W pracy wykazano, że spiekanie Mg-5-30%_{obj.}SiC metodą SPS/FAST w temperaturze 550°C (ciśnienie 50 MPa, czas spiekania 20 min.) pozwala osiągnąć dużą gęstość względną (>98%) i wysokie wartości wskaźników wytrzymałości mechanicznej (111HV0,5; $R_g \geq 346$ MPa). Oznacza to dwukrotny wzrost twardości i półtorakrotny wzrost wytrzymałości na ściskanie (w odniesieniu do próbek referencyjnych) przy zachowaniu stosunkowo dużej plastyczności. Badania składu fazowego oraz mikrostruktury potwierdziły znaczące rozdrobnienie ziaren w spieku oraz pojawienie się na granicach ziaren oprócz SiC nowej fazy Mg₂Si.

Spiekanie kompozytów Al-(10-30)SiC%_{mas.}SiC metodą SPS/FAST w temperaturze 600°C (ciśnienie 50MPa, czas spiekania 10 min.) pozwala uzyskać konsolidację proszków na poziomie 97-99% gęstości względnej. Wartości wskaźników wytrzymałości mechanicznej dla spieków Al-30SiC%_{mas.}SiC wynoszą odpowiednio: 55HB; $R_g \geq 331$ MPa). Interesującym wynikiem badań mikrostruktury jest obserwacja TEM potwierdzająca obecność nowej fazy Al₄C₃ w kompozycie Al-SiC, która podobnie jak cząstki SiC spełnia rolę zbrojenia.

Interesującymi wynikami otrzymanymi przez Habilitanta są badania konsolidacji proszków w układzie Ti-SiC. Wyniku spiekania reaktywnego w temperaturze 1350 – 1450°C (ciśnienie prasowania 50MPa, czas przetrzymania 10 min.) otrzymano kompozyt z fazami dominującymi Ti₃SiC₂, TiC, SiC i Ti₅Si₃. Kompozyty

wytwarzane w temperaturze 1450°C charakteryzowały się znikomą porowatością oraz stosunkowo wysokimi właściwościami mechanicznymi tj. twardość wynosiła 13,08 HV0,5 a współczynnik intensywności naprężeń $K_{IC} = 6,06 \text{ MPa m}^{1/2}$. Kompozyty te posiadają duży potencjał aplikacyjny ze względu na unikatowe właściwości fazy Ti_3SiC_2 MAX.

Trzecią grupą badanych materiałów były spieki W-Zr-B wytwarzane techniką FAST/SPS. Habilitant na drodze spiekania reaktywnego proszków W, Zr i B wytwarzał ceramikę $\text{W}_{1-x}\text{Zr}_x\text{B}_{4,5}$ ($0 < x < 0,24$). Synteza i konsolidacja proszku prowadzona była w temperaturze 1800°C, w ciśnieniu prasowana 50MPa. W wyniku przeprowadzonych badań materiałowych Habilitant wykazałem, że ilość B i Zr wpływa na konsolidację mieszanin proszkowych podczas procesu FAST/SPS. Zaobserwowano zmniejszenie gęstości pozornej spieków wraz ze wzrostem zawartości Zr oraz) dekompozycję zsyntetyzowanej fazy WB4 (> WB2 +2B) wraz z wydłużeniem czasu spiekania (>9 min). Innym ważnym wnioskiem z przeprowadzonych badań jest zależność pomiędzy ilością Zr i twardością. W przypadku spieków z większą zawartością B (B at./(W+Zr) at. = 4,5), wyższa zawartość Zr spowodowała zmniejszenie twardości od 26,6 do 11,9GPa. Odwrotną zależność zaobserwowano w przypadku mniejszej zawartości B (B at./(W+Zr) at. = 2,5), gdzie z kolei twardość wzrosła z 15,0 do 24,8GPa. Badane materiały poddano także testom tribologicznym. Przeprowadzone testy wykazały, że nowe materiały charakteryzują się wskaźnikiem zużycia w zakresie od $1 \cdot 10^{-6}$ do $3 \cdot 10^{-5} \text{ mm}^3 / \text{Nm}$. Co ważne z aplikacyjnego punktu widzenia, w węzle tarcia powstaje powłoka smarująca B, która odgrywa rolę smaru stałego. Oznacza to, że opracowane nowe materiały ceramiczne na bazie borków wolframu, mogą być stosowane na części maszyn pracujące w trudnych warunkach eksploatacyjnych. Ponadto zmierzono przewodność elektryczną nowo opracowanych materiałów, która wynosi od 2,57 do S/m dla materiałów z większą zawartością B, zatem jest porównywalna z przewodnością elektryczną węglików spiekanych typu WC-Co S/m. Dzięki temu nowe materiały mogą być obrabiane metodą elektroerozyjną.

Do głównych naukowych i užitarnych osiągnięć Habilitanta należy zaliczyć:

- zbadanie zależności twardości, wytrzymałości na ściskanie i plastyczności od udziału SiC w kompozytach z układu Mg-SiC spiekanych techniką FAST/SPS ,
- zbadanie zależności twardości, wytrzymałości na rozciąganie oraz ściskanie i plastyczności od temperatury i czasu spiekania stopu AA7075 spiekanych techniką FAST/SPS,
- określenie warunków reakcji tworzenia fazy Al_4C_3 podczas spiekanych techniką FAST/SPS kompozytów z układu Al-SiC,
- zbadanie wpływu szybkości nagrzewania i ciśnienia prasowania na kinetykę rekrytalizacji (statycznej i dynamicznej) stopu Ti6Al4V podczas spiekania techniką FAST/SPS,
- określenie warunków tworzenia się fazy MAX Ti_3SiC_2 podczas spiekania Ti-SiC techniką FAST/SPS przy spiekaniu kompozytów z układu Ti-Si-C,
- określenie wpływu B na mały wskaźnik zużycia spieków W-Zr-B wytwarzanych techniką FAST/SPS wynikający z powstania filmu smarującego,
- zbadanie zależność pomiędzy ilością Zr i twardością spieków W-Zr-B wytwarzanych techniką FAST/SPS.

Stwierdzam, że cykl publikacji stanowiący podstawę do uzyskania stopnia doktora habilitowanego pt. „Kształtowanie mikrostruktury i właściwości mechanicznych oraz tribologicznych wybranych materiałów poprzez optymalizację procesu spiekania wspomaganego polem elektrycznym FAST/SPS”, przedstawiony przez dr inż. Dariusza Garbca spełnia wymagania stawiane osiągnięciom naukowym w rozumieniu Ustawy, stanowiącym podstawę ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

3. Ocena istotnej aktywności naukowo – badawczej (poza głównym osiągnięciem wskazanym przez Habilitanta)

Od początku zatrudnienia, najpierw w Instytucie Obróbki Plastycznej, a później w Sieć Badawcza Łukasiewicz— Instytucie Obróbki Plastycznej aktywność naukowo-badawcza dr inż. Dariusza Garbca skupia się głównie wokół wytwarzania, badania mikrostruktury oraz właściwości fizycznych w tym mechanicznych oraz tribologicznych: stopów metalicznych, kompozytów metaliczno – ceramicznych i tworzyw ceramicznych. Tematyka prowadzonych prac badawczych sugeruje, że Habilitant jest kompetentnym i doświadczonym naukowcem specjalizującym się w wytwarzaniu materiałów metodą metalurgii proszków przy zastosowaniu nowoczesnych metod konsolidacji FAST/SPS. Zapewnienie jednorodności chemicznej, strukturalnej, mikrostrukturalnej oraz dużego stopnia konsolidacji proszku wymaga odpowiedniego poziomu biegłości eksperymentalnej. Tak więc dorobek publikacyjny dr inż. Dariusza Garbca należy uznać za jednorodny i spójny tematycznie. Dr inż. Dariusz Garbiec po doktoracie opublikował 50 prac naukowych, w tym 23 publikacje z listy JCR (WoS z dnia 15.12.2021). Publikował w czasopismach o dużej renomie międzynarodowej, np. *Ceramics International*, *Powder Metallurgy*, *Vacuum*, *Surface and Coating Technology*. Habilitant jest współautorem 3 rozdziałów w monografiach: *Mechanika w medycynie*; *Najnowsze doniesienia z zakresu nanotechnologii*; *Materials, Technologies, Constructions – Special purpose processes*. Ponadto wyniki pracy naukowej prezentował na 44 konferencjach naukowych, w tym 2 prezentacje jako *invited speaker*. Habilitant jest współautorem w 8 artykułach naukowych w materiałach konferencyjnych. Jest współautorem 1 wynalazku pt. „Endoproteza krążka międzykręgowego kręgosłupa” chronionego patentem nr 219179 oraz 3 zgłoszeń patentowych zarejestrowanych pod nr P.427642 z dnia 5.11.2018 „Sposób otrzymywania półwyrobów z cyrkonu”; P.435568 z dnia 1.10.2020 pt. „Sposób niskociśnieniowego natryskiwania na zimno powłok z proszków cząstek stałych i układ do niskociśnieniowego natryskiwania na zimno powłok z proszków cząstek stałych” oraz P.437441 z dnia 29.03.2021 pt. „Sposób otrzymywania półwyrobów z niobu”.

Dane bibliometryczne Habilitanta są w dziedzinie inżynieria materiałowa na poziomie przeciętnym. Indeks Hirscha wynosi 7 (Web of Science 15.12.2021) a liczba cytowani 198 (162 bez autocytowań). Sumaryczny *impact factor* zgodnie z rokiem publikowania wynosi 54,297 a sumaryczna ilość punktów według MNiSzW to 2003.

Habilitant w latach 2010-2021 uczestniczył w realizacji 7 projektów międzynarodowych, 14 projektów krajowych (w tym w 3 w roli Kierownika B+R w projektach TECHMATSTRATEG III, LIDER XI oraz w projekcie regionalnym), 2 projektów krajowych jako podwykonawca (w tym w 1 w roli kierownika B+R po stronie podwykonawcy — Instytutu Obróbki Plastycznej).

Dr inż. Dariusz Garbiec w roku 2019 odbył 1 miesięczny staż naukowy w Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS w Dreźnie zajmując się konsolidacją proszków WC/Ti przy użyciu techniki FAST/SPS oraz ich charakteryzacją.

Przy realizacji projektów badawczych oraz prac dla przemysłu Habilitant współpracował z wieloma ośrodkami badawczymi tj. Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS w Dreźnie; University Carlos III of Madrid; IMDEA Materials Institute w Madrycie; European Commission DG Joint Research Centre (Holandia); Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN Warszawa; Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny Szczecin; Akademia Górniczo-Hutnicza Kraków;

Habilitant od wielu lat jest recenzentem prac naukowych dla czasopism - wykonał 150 recenzji publikacji naukowych w wydawnictwach zagranicznych i krajowych, w tym znakomita większość recenzji dla czasopism znajdujących się w wykazie Journal Citation Report.

To krótkie zestawienie dorobku naukowego dr inż. Dariusza Garbca pokazuje Jego aktywność naukową szczególnie po doktoracie. Tak więc, czyniąc zadość kryteriom oceny w zakresie naukowo-badawczych Habilitanta (określonych w Ustawie i Rozporządzeniu - publikacje w czasopismach z listy JCR, patenty, monografia, wygłoszone referaty na konferencjach międzynarodowych) stwierdzam, że dr inż. Dariusz Garbiec wykazuje istotną aktywność naukową, potwierdzoną publikacjami w czasopismach (w tym z listy JCR), udziałem w konferencjach, uzyskanym patentem i 3 zgłoszeniami patentowymi oraz realizacją licznych projektów międzynarodowych i krajowych. Cytowania prac naukowych Habilitanta świadczą, że dr Dariusz Garbiec uzyskał już w swoim środowisku autorytet specjalisty w zakresie zagadnień dotyczących technologii FAST/SPS. Stwierdzam, że dr Dariusz Garbiec spełnia kryteria oceny w zakresie osiągnięć naukowo-badawczych w obszarze nauk technicznych w dziedzinie inżynieria materiałowa.

4, Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz organizacyjnego

Dr inż. Dariusz Garbiec pracując w Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Obróbki Plastycznej rozpoczął działalność dydaktyczną od opieki nad praktykantami odbywającymi praktyki studenckie w Instytucie Obróbki Plastycznej. W ramach realizacji projektu finansowanego przez Mitacs, Kanada pt. „Investigation of Aerosol Cold Spray Technology for ceramic” prowadził ćwiczenia z przedmiotu „Technologiczność montowanych wyrobów” na studiach podyplomowych „Ekotechnologie i montaż” współfinansowanych przez Unię Europejską na Wydziale Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej (Projekt nr POKL.04.03.00-00-131/12). Habilitant prowadził takie szkolenia z zakresu metalurgii proszków dla pracowników firmy General Motors Manufacturing Poland z Gliwic oraz WABCO Polska z Wrocławia.

Dr inż. Dariusz Garbiec był recenzentem jednej pracy inżynierskiej oraz dwóch prac magisterskich zrealizowanych na Politechnice Poznańskiej, których tematyka dotyczyła materiałów otrzymywanych techniką FAST/SPS oraz próżniowego natryskiwania na zimno VCS (ang. Vacuum Cold Spray). Obecnie pełni rolę promotora pomocniczego mgr inż. Michała Kowalskiego z Sieć Badawcza Łukasiewicz -Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR” w otwartym przewodzie doktorskim pt. „Nienormatywne badania stanowiskowe wytrzymałości wybranych elementów taboru kolejowego”, na Wydziale Inżynierii Lądowej i Transportu Politechniki Poznańskiej. Ponadto jest promotorem pomocniczym dwóch doktoratów wdrożeniowych:

- mgr. inż. Maria Wiśniewska realizuje doktorat wdrożeniowy pt. „Opracowanie technologii wytwarzania metodą FAST/SPS kompozytów na bazie ceramiki ZrO₂ przeznaczonych na osłony termiczne” w Szkole Doktorskiej Politechniki Poznańskiej

- Mgr inż. Rafał Rubach realizuje doktorat wdrożeniowy pt. „Opracowanie warunków spiekania metodą iskrowego spiekania-plazmowego (SPS) proszków Ti i węgla typu nc-MoxTh-xC w celu otrzymania nanokompozytów charakteryzujących się wysoką odpornością na zużycie, kruche pękanie oraz korozję” w Szkole Doktorskiej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

Dr inż. Dariusz Garbiec był także opiekunem naukowym Dr. Ahmeda Elseddawy'ego z University of Windsor w Windsorze (Kanada), który w dniach 30.04.2019-26.09.2019 odbywał staż naukowy w Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Obróbki Plastycznej.

W ramach działalności popularyzacyjnej naukę dr inż. Dariusz Garbiec opublikował dwa artykuły w czasopiśmie branżowym „Projektowanie i Konstrukcje Inżynierskie”, dotyczące zastosowania techniki FAST/SPS do wytwarzania materiałów kompozytowych:

- D. Garbiec: Wytwarzanie kompozytów metodą iskrowego spiekania plazmowego (SPS), Projektowanie i Konstrukcje Inżynierskie, 2012.
- D. Garbiec: SPS: Spiekanie iskrowo-plazmowe, Projektowanie i Konstrukcje Inżynierskie, 2018.

Ponadto jest współautorem artykułu popularyzującego naukę w światowym przemyśle opracowanego wspólnie z prof. Volta Leshchynsky, który dotyczył technologii SPS-KOBO (Powder Metallurgy Review (2020)).

W zakresie działalności organizacyjnej dr inż. Dariusz Garbiec w 2019 roku w Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytucie Obróbki Plastycznej utworzył grupę badawczą zajmującą się rozwojem techniki FAST/SPS, w skład której wchodzi obecnie 6 (3 magistrów inżynierów, w tym 2 doktorantów, jeden doktor oraz 2 profesorów).

Inne osiągnięcia organizacyjne Habilitanta:

- przewodniczący Komitetu Organizacyjnego Seminarium Obróbki Plastycznej pt. „Innowacje w zastosowaniach przemysłowych”, (Poznań 2018),
- członek Komitetu Organizacyjnego XXII Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej pt. „Advanced Forming Technologies and Nanostructured Materials”, (Opalenic 2019),
- stworzenie i organizacja Ogólnopolskiego Seminarium Spark Plasma Sintering, którego celem jest integracja polskiego i zagranicznego środowiska naukowego oraz przemysłu związanego z nowoczesną technologią konsolidacji materiałów proszkowych – od 2018 roku przewodniczy Komitetu.

Reasumując, według mojej krótkiej oceny kandydata do stopnia doktora habilitowanego, dr inż. Dariusz Garbiec spełnia w sposób zadawalający kryteria: dorobku dydaktycznego, popularyzacji nauki oraz współpracy międzynarodowej.

Wniosek końcowy

Dokonując oceny osiągnięcia: naukowego - cyklu publikacji, dorobku naukowego, dydaktycznego, popularyzatorskiego, współpracy międzynarodowej i organizacyjnego dr inż. Dariusza Garbca stwierdzam, że:

- główne osiągnięcie naukowe wskazane przez Habilitanta, będące podstawą postępowania habilitacyjnego, tj. cykl monotematyczny publikacji zatytułowany „Kształtowanie mikrostruktury i

właściwości mechanicznych oraz tribologicznych wybranych materiałów poprzez optymalizację procesu spiekania wspomaganego polem elektrycznym FAST/SPS” spełnia wymagania stawiane tego typu opracowaniom i wnosi wkład w rozwój inżynierii materiałowej a szczególnie metalurgii proszków,

- dorobek publikacyjny (poza głównym osiągnięciem naukowym wskazanym przez Habilitanta) jest oryginalny, spójny tematycznie i wartościowy pod względem naukowym. Habilitant przeprowadził szereg oryginalnych doświadczeń o charakterze zarówno poznawczym jak i aplikacyjnym. Oryginalność wyników została potwierdzona w załączonych publikacjach w tym w czasopiśmie z tzw. listy filadelfijskiej. Habilitant stawia ważne stwierdzenia o charakterze poznawczym i wnosi znaczący wkład w rozwój metalurgii proszków,
- Habilitant w sposób zadawalający spełnia kryteria oceny: osiągnięć dydaktycznych i popularyzatorskich, współpracy międzynarodowej i organizacyjnej określone dla osoby ubiegającej się stopień naukowy doktora habilitowanego w obszarze nauk technicznych (dziedzina inżynieria materiałowa) zawarte w Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r.

W sumie zarówno dorobek publikacyjny, dydaktyczny, popularyzatorski, współpracy międzynarodowej i organizacyjnej doktora Dariusza Garbca jak i sam cykl monotematyczny publikacji zatytułowany „Kształtowanie mikrostruktury i właściwości mechanicznych oraz tribologicznych wybranych materiałów poprzez optymalizację procesu spiekania wspomaganego polem elektrycznym FAST/SPS” w kontekście starań o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie inżynieria materiałowa oceniam pozytywnie i wnioskuję o nadanie dr inż. Dariuszowi Garbcowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

