

## Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej

Katedra Metaloznawstwa i Metalurgii Proszków

dr hab. inż. Andrzej Romański, prof. AGH

Kraków, dn. 6 wrzesień 2021 r.

### RECENZJA

monografii pt. „Spieki na bazie żelaza stosowane na osnowę w narzędziowych kompozytach metaliczno-diaamentowych”, Monografie, Studia, Rozprawy, M133, Politechnika Świętokrzyska, 2020 r., której autorami są Joanna Borowiecka-Jamrozek oraz Jan Lachowski i cyklu powiązanych tematycznie publikacji oraz dorobku naukowego i organizacyjnego w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Joanny Borowieckiej-Jamrozek

Recenzję sporządzono na zlecenie dra hab. inż. Sławomira Błasiaka, profesora PŚk, Dyrektora Naukowego Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach, na podstawie pisma MAA-511/97/2021 z dnia 8.07.2021 roku, w związku z powołaniem mnie, na podstawie art. 221 ust. 5 Ustawy – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2020 r., poz. 85 ze zm.) w związku z §10 pkt 1 w zw. z §8 Regulaminu przeprowadzania postępowań w sprawie nadania stopnia habilitowanego w Politechnice Świętokrzyskiej stanowiącej załącznik do Uchwały senatu nr 95/21 z dnia 28.04.2021 r. §14 ust. 2 pkt 4 i §42 ust. 1 Statutu Politechniki Świętokrzyskiej oraz Zarządzenia nr 60/21 Rektora Politechniki Świętokrzyskiej z dnia 10.05.2021 r., na recenzenta w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr Joannie Borowieckiej-Jamrozek uchwałą nr 3/2021 Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Świętokrzyskiej z dnia 30.06.2021 r. w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna.

Recenzja zawiera ocenę osiągnięć naukowych oraz dorobku dydaktycznego i organizacyjnego dr inż. Joanny Borowieckiej-Jamrozek. Recenzję przygotowano zgodnie z wytycznymi Rady Doskonałości Naukowej w oparciu o otrzymaną dokumentację, obejmującą:

- osiągnięcie stanowiące podstawę wszczęcia postępowania habilitacyjnego, na które składa się monografia: Joanna Borowiecka-Jamrozek, Jan Lachowski, „Spieki na bazie żelaza stosowane na osnowę w narzędziowych kompozytach metaliczno-diaamentowych”, Monografie, Studia, Rozprawy, M133, Politechnika Świętokrzyska, 2020 r. i cykl 9 powiązanych tematycznie publikacji naukowych wydanych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Report (JCR),
- poświadczoną przez podmiot habilitujący kopię dyplomu uzyskania stopnia doktora nauk technicznych,
- autoreferat przedstawiający opis osiągnięć działalności naukowo-badawczej, dydaktycznej i organizacyjnej,
- wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny (po uzyskaniu stopnia doktora).

## 1. Sylwetka naukowa i zawodowa Habilitantki

Studia wyższe Habilitantka podjęła na Wydziale Metalurgicznym (obecnie Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej) Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, na kierunku Metaloznawstwo i Obróbka Ciepła. Studia ukończyła w 1986 roku obroną pracy dyplomowej pt. „Własności mechaniczne stopu Fe-4,2% Si”, wykonaną pod kierunkiem dra inż. Andrzeja Wieczorka, uzyskując tytuł magistra inżyniera hutnika o specjalności mikroskopii elektronowej.

W latach 1987-1988 Habilitantka odbyła studia podyplomowe na Politechnice Warszawskiej z zakresu podwyższania Trwałości elementów maszyn.

Stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn, specjalność Inżynieria Materiałowa Pani Joannie Borowieckiej-Jamrozek został nadany w 2008 roku przez Radę Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach, po publicznej obronie pracy pt. „Zastosowanie obróbek powierzchniowych materiału osnowy w celu poprawy własności użytkowych spieków metaliczno-diamantowych”, której promotorem był dr hab. inż. Janusz Konstanty, profesor Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

Życiorys naukowy dr inż. Joanny Borowieckiej-Jamrozek jest bogaty i obejmuje pracę zarówno w przemyśle, jak i jednostce naukowej. W latach 1986-2001 Habilitantka pracowała w Zakładach Urządzeń Chemicznych i Armatury Przemysłowej w Kielcach, początkowo w Biurze Konstrukcyjnym w Dziale Konstrukcji Armatury jako starszy konstruktor, a następnie jako kierownik Laboratorium Badań Niszczących. Od roku 2001 Habilitantka jest zawodowo związana z Politechniką Świętokrzyską w Kielcach. Najpierw pracowała w Laboratorium Elektronowej Mikroskopii Skaningowej i Mikroanalizy Rentgenowskiej (w latach 2001-2003 na stanowisku specjalista oraz w 2019 r., kiedy pełniła rolę kierownika laboratorium), potem na Katedrze Metaloznawstwa i Technologii Materiałowych (w latach 2003-2010 na stanowisku asystenta), następnie w Zakładzie Metaloznawstwa i Obróbki Ciepłej, którym kierowała w latach 2010-2012, potem w Zakładzie Metaloznawstwa i Technologii Materiałowych jako adiunkt, i w końcu na Katedrze Metaloznawstwa i Technologii Materiałowych, którą od roku 2020 kieruje.

Główne zainteresowania naukowe Habilitantki koncentrują się na zagadnieniach związanych z inżynierią spiekanych materiałów narzędziowych, których zasadniczym celem prowadzonych prac badawczych było badanie właściwości spieków stosowanych na osnowę w kompozytach metaliczno-diamantowych i próba opracowania nowego, tańszego materiału mogącego zastąpić kobalt w produkcji elementów roboczych (segmentów) pił służących do cięcia i obróbki kamieni naturalnych oraz innych materiałów budowlanych.

## 2. Ocena dorobku naukowego Habilitantki

Dorobek naukowo-badawczy dr inż. Joanny Borowieckiej-Jamrozek jest bogaty i obejmuje liczne publikacje, patenty, zgłoszenia patentowe oraz wykonane prace w ramach projektów badawczych finansowanych z budżetu państwa lub przez sektor gospodarczy. Wskaźniki bibliometryczne Kandydatki są następujące:

- a. sumaryczna liczba publikacji – 88, w tym 86 prac badawczych i 2 publikacje dydaktyczne. Na prace badawcze składają się: monografia, 11 publikacji wydanych w czasopiśmie z listy JCR, 2 publikacje spoza tej listy, ale ujęte w wykazie (część A) MNiSzW, 35 prac w czasopiśmie wymienionych w części B ministerialnego wykazu, 17 artykułów w pozostałych czasopiśmie, 8 publikacji w materiałach konferencyjnych, 8 rozdziałów w monografiach, 1 patent i 4 zgłoszenia patentowe. Natomiast publikacje dydaktyczne ukazały się w czasopiśmie Logistyka oraz Technika Transportu Szynowego. Spośród wszystkich prac, 64 zostało wydanych po obronie doktoratu, na które składa się 9 prac w czasopiśmie z listy JCR i 55 artykułów w czasopiśmie zagranicznych lub krajowych o zasięgu międzynarodowym,
- b. łączna liczba punktów ministerialnych, zgodna z rokiem opublikowania wynosi 762,75 (644 po doktoracie),
- c. sumaryczny *impact factor* publikacji naukowych według listy JCR zgodny z rokiem opublikowania – 9,90,

- d. liczba cytowań według bazy Web of Science (5.12.2020 r.) – 79; Scopus-Elsevier – 99, Scholar – 160,
- e. indeks Hirscha według baz Web of Science oraz Scopus-Elsevier (5.12.2020 r.) – 6, Scholar – 7.

Zdecydowana większość publikacji jest związana z głównymi zainteresowaniami badawczymi dr inż. Joanny Borowieckiej-Jamrozek i dotyczy kształtowania struktury materiału osnowy spieków metaliczno-diaamentowych, czyli zagadnień, którym Habilitantka poświęciła swoją pracę naukową od czasu doktoratu.

W powstanie wszystkich prac współautorskich wkład Habilitantki był merytoryczny i dotyczył między innymi opracowania planów eksperymentów, przygotowania mieszanek proszków i spieków, badania ich właściwości fizycznych i mechanicznych, analizy mikrostruktury, interpretacji i opracowania wyników.

W trakcie swojej pracy naukowej Kandydatka bardzo aktywnie podejmuje współpracę z innymi ośrodkami badawczymi, głównie Akademią Górniczo-Hutniczą im. Stanisława Staszica w Krakowie oraz Uniwersytetem Technicznym w Pardubicach, Czechy.

Początki współpracy dr inż. Joanny Borowieckiej-Jamrozek z AGH sięgają 2003 roku, a więc sprzed obrony pracy doktorskiej, w którym nawiązała kontakt z Katedrą Metaloznawstwa i Metalurgii Proszków na Wydziale Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej. Wówczas to Kandydatka skierowała swoje zainteresowania naukowe ku inżynierii spiekanych materiałów narzędziowych przeznaczonych do cięcia i obróbki kamieni naturalnych. To w tej katedrze pod kierunkiem profesora Janusza Konstantego zostały częściowo zrealizowane eksperymenty, których wyniki stanowiły treść obronionej rozprawy doktorskiej. Efektem tej współpracy poza publikacjami był zrealizowany w latach 2004-2007 projekt badawczy finansowany przez Komitet Badań Naukowych, a także uzyskany w 2013 roku patent A1394513 2011 04 11 pt. „Piły tarczowe i sposób wytwarzania pił tarczowych”, którego autorami są Joanna Borowiecka-Jamrozek i Janusz Konstanty, a dotyczącego sposobu umocnienia warstwy powierzchniowej trójwarstwowych segmentów metodą natryskiwania detonacyjnego.

Po obronie doktoratu współpraca Habilitantki z Katedrą Metaloznawstwa i Metalurgii Proszków oraz profesorem Januszem Konstantym jest nieprzerwanie kontynuowana do dnia dzisiejszego i w dalszym ciągu dotyczy problematyki narzędzi metaliczno-diaamentowych, a konkretnie poszukiwania materiałów osnowy, zapewniających pożądane właściwości, które mogłyby całkowicie wyeliminować kobalt z produkcji tego typu narzędzi. Wspólne prace realizowane były między innymi w ramach prac statutowych wykonanych pod kierunkiem Habilitantki pt. „Wytwarzanie i badanie własności nowych materiałów stosowanych jako osnowa w narzędziach metaliczno-diaamentowych”, „Kształtowanie struktury i własności materiałów stosowanych jako osnowa w narzędziach metaliczno-diaamentowych” oraz „Wytwarzanie spieków z mieszaniny proszków na bazie żelaza stanowiących materiał osnowy pił tarczowych do cięcia kamieni naturalnych”.

Poza zagadnieniami związanymi z inżynierią spieków metaliczno-diaamentowych Habilitantka prowadziła badania z zakresu możliwości umocnienia spiekanych materiałów na bazie miedzi dodatkiem faz ceramicznych, jak zeolitu, czy tlenku glinu. Efektem tych prac są artykuły przedstawione na międzynarodowych konferencjach oraz publikacje wydane w recenzowanych czasopismach. Ponadto, w Jej dorobku znajdują się prace dotyczące modelowania komputerowego stanów naprężeń w stopach Al-Si, a także komputerowego modelowania retencji cząstek diamentu w metalicznej, które były wykonane we współpracy z dr Janem Lachowskim.

Współpracując zarówno z Akademią Górniczo-Hutniczą, jak i Uniwersytetem Technicznym w Pardubicach dr inż. Joanna Borowiecka-Jamrozek w latach 2011 i 2013 odbyła staże w ramach projektu „Politechnika Świętokrzyska – uczelnia na miarę XXI w.”, finansowane z Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki, mających na celu podniesienie swoich kwalifikacji w zakresie prowadzenia badań naukowych z wykorzystaniem nowoczesnej aparatury. Obecnie współpraca z Uniwersytetem Technicznym w Pardubicach jest kontynuowana, głównie w zakresie dydaktyki.

Dr inż. Joanna Borowiecka-Jamrozek ma również doświadczenie we współpracy z przemysłem. Jeszcze przed obroną doktoratu zrealizowała na zlecenie Zakładu Narzędzi Specjalnych sp. z o.o. dwie prace: „Określenie składu chemicznego i gatunku materiału” (2002) i „Określenie gatunku i struktury materiału” (2003). Kontakty z sektorem gospodarczym

Kandydatka nadal utrzymuje, czego dowodem są kolejne zlecenia dotyczące wykonania badań morfologii i własności fizykochemicznych zeolitu po wygrzaniu w różnych temperaturach w obecności metali Cu, Fe i Al (2016) oraz oceny właściwości ściernych kształtek wykonanych z zeolitu (2018) na rzecz firmy ZEOCOMPLEX Sp. z o.o., a także praca pt. „Wykonanie prac badawczo-rozwojowych w zakresie analizy możliwości zastosowania zeolitu jako wypełniacza w piankach syntaktycznych” (2021) zrealizowana na zlecenie firmy Complex Minerals sp. z o.o.

Działalność naukowa dr inż. Joanny Borowieckiej-Jamrozek nie ogranicza się tylko do publikowania wyników swoich prac w renomowanych czasopismach lub prezentowania ich na forum międzynarodowych konferencji. Jest także współautorką czterech zgłoszeń patentowych, spośród których trzy dotyczą sposobu wytwarzania struktur porowatych, a jedno mieszanki do obróbki luźnym ścierniwem.

O uznanej pozycji naukowej Habilitantki niech świadczy także Jej wkład w rozwój dyscypliny przez wykonanie recenzji artykułów naukowych zgłoszonych do takich czasopism, jak: Acta Physica Polonica A, Archives of Foundry Engineering, Archives of Metallurgy and Materials, Transactions of the Canadian Society for Mechanical Engineering oraz Materials.

Praca naukowa Habilitantki zyskała również uznanie macierzystej jednostki. Za osiągnięcia naukowe dr inż. Joanna Borowiecka-Jamrozek została kilkakrotnie uhonorowana nagrodami Rektora: w 2008 r. zespołową I stopnia, w 2012 zespołową III stopnia i w latach 2018, 2020 zespołową II stopnia.

W świetle przedstawionych informacji nie mam żadnych wątpliwości, że dr inż. Joanna Borowiecka-Jamrozek jest doświadczonego i wartościowego pracownikiem naukowym i wykazuje się istotną aktywnością naukową. Potwierdzeniem tego są artykuły naukowe, udział w stażach naukowych, zrealizowane projekty badawcze, współpraca z krajowymi i międzynarodowymi ośrodkami naukowymi, a także uzyskany patent i zgłoszenia patentowe. Uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego umożliwi dalszy rozwój Jej kariery zawodowej, a także pozwoli na utworzenie własnego zespołu badawczego i wytyczanie nowych kierunków badawczych.

### **3. Ocena cyklu publikacji wskazanego jako osiągnięcie naukowe Habilitantki**

Osiągnięciem naukowym wskazanym przez dr inż. Joannę Borowiecką-Jamrozek, jako podstawę wszczęcia postępowania habilitacyjnego, są:

- monografia: Joanna Borowiecka-Jamrozek, Jan Lachowski - Spieki na bazie żelaza stosowane na osnowę w narzędziowych kompozytach metaliczno-diaamentowych, Monografie, Studia, Rozprawy, M133, Politechnika Świętokrzyska, 2020 r., w powstanie której wkład Habilitantki wynosi 80%,
- cykl 9 powiązanych tematycznie publikacji, na który składają się prace:
  1. J. Borowiecka-Jamrozek - Engineering structure and properties of materials used as a matrix in diamond impregnated tools, Archives of Metallurgy and Materials, 58 (1), s. 5-8, 2013,
  2. J. Borowiecka-Jamrozek, J. Lachowski - Diffusion of boron in cobalt sinters, Archives of Metallurgy and Materials, 58 (4), s. 1131-1136, 2013 (udział Habilitantki 80%),
  3. J. Borowiecka-Jamrozek, J. Lachowski - Numerical modelling of stress/strain field arising in diamond-impregnated cobalt, Archives of Metallurgy and Materials, 59 (2), s. 443-446, 2014 (udział Habilitantki 50%),
  4. J. Borowiecka-Jamrozek - Detonation-sprayed WC-12%Co and WC-17%Co diamond impregnated segments, Archives of Metallurgy and Materials, 59 (4), s. 1327-1330, 2014,
  5. J. Borowiecka-Jamrozek - Sintered FeCuRe alloys produced from commercially available powder, Archives of Metallurgy and Materials, 62 (3), s. 1713-1720, 2017,
  6. J. Borowiecka-Jamrozek, J. Lachowski - The effect of the properties of the metal matrix on the retention of a diamond partice, Metalurgija, 56 (1-2), s. 83-86, 2017 (udział Habilitantki 50%),

7. J. Borowiecka-Jamrozek – Processing and characterization of Fe-Cu-Ni sinters prepared by ball milling and hot pressing, Archives of Metallurgy and Materials, 65 (3), s. 1157-1161, 2020,
8. J. Borowiecka-Jamrozek, J. Lachowski – A Thermomechanical model of retention of a diamond particle in matrices based on Fe, Defect and Diffusion Forum, vol. 405, s. 48-53, 2020 (udział Habilitantki 50%),
9. J. Borowiecka-Jamrozek, J. Lachowski – Microstructure and mechanical properties of Fe-Cu-Ni sinters prepared by ball milling and hot pressing, Defect and Diffusion Forum, vol. 405, s. 379-384, 2020 (udział Habilitantki 80%).

Wobec braku informacji w załączonej dokumentacji o ewentualnym wcześniejszym wniosku Kandydatki o nadanie stopnia doktora habilitowanego, należy przyjąć, że jest to pierwszy wniosek dr inż. Joanny Borowieckiej-Jamrozek o wszczęcie postępowania habilitacyjnego w oparciu o wskazane osiągnięcie.

Jak łatwo zauważyć większość prac jest współautorska, w których udział Habilitantki w ich powstanie wynosi od 50 do 100%. Nie podlega wątpliwości, że w pracach współautorskich wkład Habilitantki jest merytoryczny oraz wiodący. W przypadku monografii obejmuje on rozdziały 1-7, 9-11, 13-15, a więc dotyczy przeglądu literaturowego (poza ekonomicznymi aspektami wytwarzania narzędzi metaliczno-diaamentowych) oraz badań własnych (za wyjątkiem badań wybranych właściwości fizycznych i technologicznych proszków zastosowanych do badań). Wkład dr inż. Joanny Borowieckiej-Jamrozek w powstanie ujętych w cykl powiązanych tematycznie publikacji obejmował m.in. zaplanowanie i przygotowanie eksperymentów, przygotowanie mieszanek proszków, wyprasek oraz spieków, przeprowadzenie obróbek cieplno-chemicznych spieków, badania mikrostrukturalne, interpretację wyników i sformułowanie wniosków.

Przedstawiona do recenzji monografia doskonale wpisuje się w aktualny trend w inżynierii spiekanych materiałów narzędziowych metaliczno-diaamentowych, celem którego jest poszukiwanie nowych, tanich proszków służących jako materiały osnowy zapewniających trwałość eksploatacyjną narzędzi co najmniej zbliżoną do uzyskiwanej z osnową kobaltową. W produkcji narzędzi proszki kobaltu znalazły bardzo szerokie zastosowanie. Przede wszystkim umożliwiają uzyskanie prawie bezporowatych spieków metaliczno-diaamentowych w stosunkowo niskiej temperaturze spiekania lub prasowania na gorąco. Ponadto osnowa kobaltowa odznacza się bardzo dobrymi właściwościami retencyjnymi w odniesieniu do cząstek diamentu. Jednak z uwagi na zmianę relacji cen proszków kobaltu i diamentów, to aktualnie udział osnowy przede wszystkim decyduje o kosztach produkcji segmentów, co zmusiło rynek do poszukiwania alternatywnych rozwiązań.

W pierwszej części monografii Habilitantka przedstawiła dotychczasowe osiągnięcia w tym zakresie. Wprowadzeniem do opisywanych badań jest opis procesów wytwarzania i budowy stosowanych w przemyśle pił metaliczno-diaamentowych, wymagań stawianych materiałowi osnowy oraz charakterystyka używanych w technologii diamentów. Dalej Kandydatka omówiła aktualny stan wiedzy o materiałach stosowanych na osnowy narzędzi, które były przedmiotem badań w ostatnim dwudziestoleciu. Z punktu widzenia oceny osiągnięcia naukowego Habilitantki najistotniejszą częścią monografii są rozdziały 11-15, a właściwie 11, 13-15, w których znalazł się opis badań własnych.

W oparciu o wyniki obliczeń termodynamicznych, wykonanych z wykorzystaniem programu Thermo-Calc, Habilitantka wytypowała dwa składy chemiczne, dla których w trakcie badań wstępnych spieków wytworzonych z mieszanek proszków uzyskano zadowalające właściwości fizyczne i wytrzymałościowe. Opis przebiegu właściwych badań tych materiałów i otrzymanych rezultatów stanowi część druga monografii.

Habilitantka przygotowała dwie mieszanki proszków FeCuNi oraz FeCuSnNi. Udziały poszczególnych proszków wyjściowych w mieszance FeCuNi wynosiły: 60% zredukowanego żelaza NC100.24, 28% miedzi elektrolitycznej CH-L 10, 12% karbonyłkowego niklu T255, a w mieszance FeCuSnNi – 60% zredukowanego żelaza NC100.24, 28% brązu rozpylanego 25Gr85/15-325 zawierającego 15% cyny oraz 12% karbonyłkowego niklu T255. Mieszanki zostały poddane procesowi mielenia w młynie kulowym w atmosferze powietrza przez okres 30, 60 i 120 godzin. Z tak uzyskanych proszków wykonano metodą prasowania na gorąco kształtki do badań. W celu określenia wpływu procesu mielenia na własności uzyskanych spieków wykonano również dla porównania próbki z mieszanek nie poddanych mieleniu.

Dr inż. Joanna Borowiecka-Jamrozek bardzo szczegółowo opisała kolejne etapy badań, które obejmowały badania dylatometryczne procesu spiekania, statyczną próbę rozciągania, pomiar modułu Younga metodą ultradźwiękową, analizę fraktograficzną przełomów, analizę mikrostrukturalną z wykorzystaniem mikroskopii optycznej i skaningowej, mikroanalizę rentgenowską, mapy rozkładu pierwiastków, rentgenowską analizę fazową oraz badania tribologiczne metodą *ball-on disc* w temperaturze otoczenia i 500°C. Zakończenie zrealizowanego programu badań stanowi podsumowanie oraz sformułowanie wniosków. Na podkreślenie zasługuje niezwykle skrupulatność Habilitantki w dokumentowaniu uzyskanych wyników, co stanowi niezaprzeczalny walor tego opracowania.

Za osiągnięcie Habilitantki uważam udowodnienie, że stosując metodę mielenia o odpowiednio dobranym składzie chemicznym mieszek proszków wykonanych z użyciem gruboziarnistych proszków żelaza, miedzi i brązu cynowego możliwe jest otrzymanie proszku odznaczającego się dobrą zgęszczalnością, pozwalającego uzyskać prawie bezporowate spieki metodą prasowania na gorąco w temperaturze 900°C pod ciśnieniem 25-35 MPa. Ponadto otrzymane po konsolidacji materiały charakteryzują się dobrymi właściwościami wytrzymałościowymi, wysokim współczynnikiem rozszerzalności cieplnej oraz drobnoziarnistą mikrostrukturą. Te cechy pozwalają przypuszczać, że narzędzie wykonane z użyciem badanych proszków mielonych (szczególnie przez 60 godzin) będzie odznaczać się pożądanymi właściwościami eksploatacyjnymi. To osiągnięcie potwierdza wcześniejsze badania nad przydatnością metody mielenia w młynie kulowym do produkcji proszków mogących zastąpić kobalt w produkcji narzędzi metaliczno-diaamentowych. Z tego też powodu monografia poza walorami poznawczymi ma również istotną wartość aplikacyjną, gdyż zastosowanie opisanej metody w przemyśle może przyczynić się do redukcji kosztów produkcji narzędzi przez wykorzystanie znacznie tańszych od kobaltu proszków wyjściowych.

W monografii Autorzy nie ustrzegli się kilku błędów i nieścisłości, które nie mają wpływu na moją pozytywną ocenę tego osiągnięcia, a do których zaliczam:

- w części teoretycznej w opisie dotychczasowych prac nad materiałami osnowy nie zostały uwzględnione wyniki badań mielonych proszków zawierających mangan; w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie prowadzone były badania takich materiałów i pierwsza publikacja ich dotycząca ukazała się w 2014 roku, a w roku 2018 była obroniona rozprawa doktorska pt. „Kształtowanie struktury i własności użytkowych spieków Fe-Mn-Cu-Sn-C otrzymanych z proszków mielonych”,
- str. 24-25, rysunki 5.2 i 5.3 – podano błędne odwołania do literatury źródłowej,
- str. 64 – Habilitantka podaje, że w oparciu o wyniki obliczeń z wykorzystaniem programu Thermo-Calc wytypowała dwa materiały FeCuNi oraz FeCuSnNi – w tym miejscu należałoby wytłumaczyć, co stanowiło kryterium wyboru konkretnych składów chemicznych oraz podać przykładowe wyniki tych obliczeń wraz z ich interpretacją,
- str. 65 – wymieniając proszki użyte w badaniach błędnie użyto sformułowania „proszki elementarne” – wykorzystany proszek brązu cynowego nie jest proszkiem elementarnym, tylko stopowym,
- str. 66, tabela 11.1 – błędnie podano zakresy wielkości cząstek dla żelaza NC100.24,
- str. 84 – masa użytych próbek do oznaczenia zawartości tlenu z pewnością nie wynosiła 2 g, gdyż nie pozwala na to analizator; próbki do takich analiz są zazwyczaj o masie poniżej 1 g, ponadto błędnie podano typ analizatora LECO – analizator CS-125 służy do oznaczania zawartości węgla i siarki,
- str. 86, podrozdział 13.2 Badania dylatometryczne - brak podanych szybkości nagrzewania i chłodzenia próbek w dylatometrze - jeżeli były to wartości znacznie odbiegające od szybkości nagrzewania i chłodzenia próbek uzyskanych metodą prasowania na gorąco, to wniosek o dobrej retencji badanych materiałów w oparciu o wyniki badań dylatometrycznych (str. 87) jest raczej hipotezą,
- str. 89, tabele 13.2 oraz 13.3 – wyniki dotyczą statycznej próby rozciągania, dlatego zamiast „maksymalne odkształcenie” powinno być „wydłużenie względne”,
- str. 90 – wyznaczono naprężenia oraz odkształcenia rzeczywiste (logarytmiczne) argumentując, że są to wartości potrzebne do symulacji komputerowej, ale nie podano, czego ta symulacja miałaby dotyczyć; po takiej informacji czytelnik oczekuje, że wyniki tych symulacji zostaną choćby częściowo zaprezentowane; odpowiedź znajduje się

dopiero w artykule [8] cyklu, w którym podjęto próbę stworzenia komputerowego modelu retencji cząstki diamentu,

- str. 119, podrozdział 13.7 Badania tribologiczne - brak uzasadnienia wyboru akurat tej metody pomiaru odporności na zużycie oraz wykonania pomiaru w 500°C w odniesieniu do warunków pracy narzędzi metaliczno-diaamentowych.

Cykl 9 powiązanych tematycznie publikacji obejmuje po dwie prace wydane w latach 2013, 2014, 2017 oraz trzy artykuły opublikowane w 2020 roku. Spośród 9 publikacji sześć ukazała się w Archives of Metallurgy and Materials, dwie w Defect and Diffusion Forum i jedna w chorwackim wydawnictwie Metalurgija. Tematycznie prace należące do cyklu można podzielić na dwie grupy. W pierwszej grupie znajdują się artykuły dotyczące badań materiałów mogących znaleźć zastosowanie jako osnowy w spiekach narzędziowych metaliczno-diaamentowych [1, 2, 4, 5, 7, 9], natomiast w drugiej – opisujące wyniki modelowania komputerowego pojawiających się naprężeń i odkształceń wokół osadzonej w osnowie cząstki diamentu [3, 6, 8].

W najstarszych pracach, z 2013 roku, znajdują się wyniki badań spieków kobaltu otrzymanych z różnych proszków wyjściowych [1] oraz możliwości modyfikacji właściwości prasowanego na gorąco kobaltu poprzez dodatek żelaza i/lub węgliku wolframu [1] bądź zastosowania obróbki cieplno-chemicznej, polegającej na nasycaniu borem warstw wierzchnich uzyskanej próbki kobaltu [2]. Praca [2] dotycząca dyfuzji boru w spiekach kobaltu głównie koncentruje się na badaniach procesu dyfuzji, w wyniku których w oparciu o strukturę, grubość uzyskanych warstw oraz czas nasycania wyznaczono współczynnik dyfuzji boru, a także zbudowano model dyfuzji atomów boru w strukturze kobaltu zakładając dyfuzję reaktywną.

Praca [4] dotyczy możliwości zastosowania obróbki polegającej na detonacyjnym natryskiwaniu powłok WC-12%Co oraz WC-17%Co na wybrane powierzchnie segmentów metaliczno-diaamentowych. Celem takiej obróbki jest zróżnicowanie odporności na zużycie segmentów w taki sposób, aby skrajne warstwy były bardziej odporne od warstwy wewnętrznej. Dzięki temu powierzchnia robocza segmentów podczas cięcia kamienia przyjmuje profil siodła, co zapewnia im bardzo stabilne prowadzenie. Segmenty wielowarstwowe o zróżnicowanej odporności warstw na zużycie ściernie tradycyjnie produkowane są metodą prasowania kolejnych warstw, z tego powodu istnieje technologiczne ograniczenie grubości takiej warstwy oraz całego segmentu. Zaproponowana i opatentowana przez Habilitantkę metoda pozwala ograniczyć grubość warstw, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia grubości segmentów i strat materiałowych po stronie obrabianego kamienia.

Z poznawczego punktu widzenia interesująca jest praca [5], w której Kandydatka prezentuje badania proszków kobaltu oraz na bazie żelaza przeznaczonych na osnowy narzędzi metaliczno-diaamentowych od chińskich dostawców. Na przestrzeni ostatnich 10-15 lat znacznie zmienił się rynek dostawców surowców, tj. proszków metali i diamentów, stosowanych w produkcji narzędzi. Jeszcze w roku 2008 głównym dostawcą diamentu syntetycznego była irlandzka firma De Beers, a już w 2009 roku rynek został zdominowany przez producentów z Chin. Podobna sytuacja ma miejsce z producentami i dostawcami proszków metali. Aktualnie znaczna część produkcji, nawet uznanych firm, zlokalizowana jest na terytorium Chin. Co więcej, także lokalni producenci szybko uczą się technologii, skutecznie konkurując. Dlatego chcąc być na bieżąco konieczna jest pilna obserwacja tego, co dzieje się w danej dziedzinie w Państwie Środka. Dowodem na to, że Habilitantka jest zorientowana w możliwościach pozyskiwania nowych proszków jest właśnie praca [5].

Ostatnie prace obejmujące badania materiałów osnowy to publikacje [7, 9], które dotyczą spieków uzyskanych z mielonych proszków FeCuNi. W pracy [7] zamieszczono porównanie właściwości spieków wykonanych z mieszanki proszków wyjściowych oraz po mieleniu w młynie kulowym przez 30 godzin. Natomiast praca [9] obejmuje wyniki badań tylko spieków wykonanych z proszków mielonych przez 30, 60 i 120 godzin. Wyniki zaprezentowane w tych artykułach zostały wykorzystane w recenzowanej wyżej monografii.

Dr inż. Joanna Browiecka-Jamrozek wspólnie z dr Janem Lachowskim przygotowali artykuły dotyczące modelowania komputerowego pól naprężeń i odkształceń osnowy wokół osadzonej w niej cząstki diamentu. Głównym celem tych badań było ustalenie zależności między właściwościami fizycznymi (współczynnik liniowej rozszerzalności cieplnej) i mechanicznymi osnowy (moduł Younga, granica plastyczności, wytrzymałość na rozciąganie, wydłużenie) na jej zdolność do utrzymywania cząstek diamentu (właściwości retencyjne).

Możliwość przewidywania potencjalnych właściwości retencyjnych osnowy w oparciu o jej podstawowe parametry wytrzymałościowe jest bardzo istotna, gdyż pozwala na uniknięcie bardzo kosztownych błędów w przypadku zastosowania narzędzi z niewłaściwie dobraną osnową. Niskie właściwości retencyjne oznaczają, że cząstki diamentu bardzo łatwo ulegają wyrwaniu z osnowy podczas pracy narzędzia, co skutkuje jego nadmiernym zużyciem i tym samym podnosi koszty obróbki. Dlatego użytkownicy narzędzi metaliczno-diaamentowych zwracają szczególną uwagę na ich trwałość eksploatacyjną, która przede wszystkim zależy od zdolności retencyjnych osnowy. Pierwsze prace dotyczące modelowania komputerowego retencji cząstki diamentu, których współautorem był dr Jan Lachowski, pojawiły się w 2006 roku, jednak modele w nich zaprezentowane były stosunkowo proste (osiowosymetryczne) i nie uwzględniały wielu zmiennych. Od tego momentu obserwuje się systematyczne zainteresowanie tym zagadnieniem oraz ewolucję proponowanych modeli. W ten trend wpisuje się również działalność naukowa dr inż. Joanny Borowieckiej-Jamrozek, która w pracy [3] prezentuje wyniki numerycznego modelowania pól naprężeń i odkształceń wokół cząstki diamentu osadzonej w osnowie kobaltowej. Dane wejściowe do modelu charakteryzujące osnowę zostały wyznaczone eksperymentalnie dla spieków kobaltu wykonanych z użyciem różnych proszków poddanych konsolidacji w zmiennych warunkach. Podobny schemat badań został zastosowany w pracach badawczych opisanych w publikacjach [6, 8], w których numerycznej analizie poddano takie materiały osnowy, jak Co-Fe, Co-Fe-W [6] oraz FeCuNi [8]. Analizując te publikacje można zauważyć postęp w prowadzonych badaniach, a szczególnie w stopniu złożoności modeli. Co więcej, próbowano modelować zachowanie się osnowy również po zadaniu na cząstkę diamentu zewnętrznego obciążenia, co zbliża symulację do warunków rzeczywistych. W oparciu o wyniki dotychczas zrealizowanych badań komputerowych, w publikacji [8] został zaproponowany model matematyczny, opisujący promień strefy odkształconej plastycznie osnowy wokół cząstki diamentu, ciśnienie wewnątrz cząstki diamentu generowane wskutek odkształcenia osnowy, odkształcenie plastyczne osnowy w warstwie przyległej do cząstki diamentu i energię odkształcenia sprężystego cząstki diamentu. Udział Habilitantki w powstaniu i rozwój tych modeli komputerowych jest Jej niewątpliwym osiągnięciem i stanowi istotny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Mechaniczna.

Przedstawione przez dr inż. Joannę Borowiecką-Jamrozek osiągnięcie będące podstawą wszczęcia postępowania habilitacyjnego, na które składa się monografia oraz cykl powiązanych tematycznie publikacji jest wartościowe i istotne dla dalszego rozwoju spiekanych materiałów narzędziowych. Habilitantka nie obawia się podejmować prac badawczych o charakterze interdyscyplinarnym, zarówno z zakresu metaloznawstwa, termodynamiki metali, jak i modelowania komputerowego. Moja całościowa ocena osiągnięcia dr inż. Joanny Borowieckiej-Jamrozek jest jednoznacznie pozytywna. Stwierdzam, że zgłoszone w postępowaniu osiągnięcie stanowi istotny wkład do nauki w obszarze dyscypliny Inżynieria Mechaniczna, spełniając przesłanki określone w art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce w sprawie warunków nadania stopnia doktora habilitowanego.

#### **4. Ocena dorobku organizacyjnego dydaktycznego**

Dr inż. Joanna Borowiecka-Jamrozek aktywnie uczestniczy w działalności organizacyjnej na rzecz swojego wydziału. Brała czynny udział w organizacji III (2004 r.) oraz IV (2010 r.) Szkoły Letniej Inżynierii Powierzchni z okazji jubileuszy prof. Karola Przybyłowicza. Ponadto, w roku 2014 była sekretarzem III Naukowo-Szkoleniowej Międzynarodowej Konferencji Natryskiwanie Ciepłe – Technologia XXI wieku.

Habilitantka była zaangażowana również w prace administracyjne Wydziału, do których należy zaliczyć przygotowywanie planów obciążeń dydaktycznych oraz ich rozliczeń, a także planów urlopów pracowników Zakładu Metaloznawstwa i Technologii Materiałowych, czy praca w zespole ds. inwentaryzacji środków trwałych i nietrwałych w Zakładzie Metaloznawstwa i Technologii Amunicji. W latach 2009-2012 Kandydatka była zaangażowana w prace Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej, a od roku 2009 jest członkiem Zespołu ds. Jakości Kształcenia na kierunku Mechanika.

W ocenie dorobku organizacyjnego należy przede wszystkim podkreślić pełnione przez dr inż. Joannę Borowiecką-Jamrozek funkcje kierownicze. W latach 2010-2012 była kierownikiem Zakładu Metaloznawstwa i Obróbki Ciepłej, w 2019 roku pełniła funkcję kierownika



Laboratorium Elektronowej Mikroskopii Skaningowej i Mikroanalizy Rentgenowskiej, a od 2020 roku jest kierownikiem Katedry Metaloznawstwa i Technologii Materiałowych. Powierzenie pełnienia powyższych funkcji jest jednoznacznym dowodem uznania przez macierzystą jednostkę Jej pozycji zawodowej.

Poza działalnością organizacyjną Habilitantka jest zaangażowana w pracę społeczną na rzecz Fundacji im. Agi Skrobackiej w Kielcach „Wiatr w żagle”, w której pełni rolę sekretarza Zarządu.

Działalność dydaktyczną dr inż. Joanna Borowiecka-Jamrozek rozpoczęła jeszcze przed obroną pracy doktorskiej. W latach 2003-2008 prowadziła na Wydziałach Mechatroniki i Budowy Maszyn oraz Zarządzania i Modelowania Komputerowego Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach zajęcia z takich przedmiotów, jak: materiałoznawstwo i materiały narzędziowe. Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych Kandydatka realizowała pracę dydaktyczną ze studentami powyższych wydziałów, do której należy zaliczyć prowadzenie wykładów oraz ćwiczeń laboratoryjnych z przedmiotów dotyczących inżynierii materiałowej. Opracowywała również programy dydaktyczne i sylabusy do prowadzonych przedmiotów.

Praca dydaktyczna Habilitantki nie ogranicza się tylko do realizacji zajęć ale obejmuje również opiekę naukową nad studentami. Pod jej kierunkiem wykonano 14 prac magisterskich i licencjackich, a od 2017 roku jest promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim. Habilitantka jest autorką również trzech recenzji prac licencjackich oraz współautorką dwóch publikacji dydaktycznych.

Dr inż. Joanna Borowiecka-Jamrozek bardzo chętnie uczestniczyła także w stażach i szkoleniach podnoszących kwalifikacje. W ramach programu ERASMUS zdobywała kolejne doświadczenia zawodowe, realizując zajęcia dydaktyczne, w takich ośrodkach, jak: Uniwersytet Techniczny w Rydze, Uniwersytet Żylna, Uniwersytet Techniczny w Stambule, Uniwersytet Techniczny w Izmirze oraz Uniwersytet Techniczny w Pardubicach. Ponadto Habilitantka ukończyła szkolenie z zakresu wsparcia dla studentów niepełnosprawnych oraz kursy: specjalistycznego języka angielskiego i mikroskopii optycznej.

Działalność organizacyjna i dydaktyczna Kandydatki na rzecz macierzystego wydziału została uhonorowana w 2011 roku Zespołową Nagrodą Rektora III stopnia, a w 2019 roku za szczególne zasługi dla oświaty i wychowania dr inż. Joanna Borowiecka-Jamrozek została odznaczona Medalem Komisji Edukacji Narodowej.

## **5. Podsumowanie i wniosek końcowy**

Po zapoznaniu się z załączoną dokumentacją opisującą dotychczasowy dorobek naukowy, organizacyjny i dydaktyczny dr inż. Joanny Borowieckiej-Jamrozek, stwierdzam, że:

- monografia pt. „Spieki na bazie żelaza stosowane na osnowę w narzędziowych kompozytach metaliczno-diaamentowych”, Monografie, Studia, Rozprawy, M133, Politechnika Świętokrzyska, 2020 r., w której wkład Habilitantki wynosi 80%,
- oraz cykl 9 powiązanych tematycznie publikacji obejmujących prace z lat 2013-2020 dotyczące inżynierii spiekanych materiałów narzędziowych metaliczno-diaamentowych, w których powstanie deklarowany udział Habilitantki jest od 50 do 100%,

stanowią istotny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Mechaniczna. Ponadto Habilitantka wykazuje się istotną aktywnością naukową, a także dydaktyczną i organizacyjną, niejednokrotnie realizowaną w więcej niż jednej uczelni, także zagranicznej. Tym samym spełnione są wszystkie przesłanki określone w art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce w sprawie warunków nadania stopnia doktora habilitowanego.

Dr inż. Joanna Borowiecka-Jamrozek jest uznanym pracownikiem naukowym o dużym doświadczeniu dydaktycznym i nie mam wątpliwości, że uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego pozwoli na dalszy, szybki rozwój Jej kariery. W związku z tym wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach o nadanie dr inż. Joannie Borowieckiej-Jamrozek stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie Nauk Inżynieryjno-Technicznych w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna.