

dr hab. inż. Jarosław Bieniaś
Katedra Inżynierii Materiałowej
Wydział Mechaniczny
Politechnika Lubelska
ul. Nadbystrzycka 36
20-618 Lublin

Lublin, dnia 15.12.2023

Recenzja

osiągnięcia naukowego oraz dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego w postępowaniu habilitacyjnym dr. inż. Mateusza Kopcia

1. Podstawa opracowania recenzji

Postawę opracowania recenzji stanowią:

1. Pismo Sekretarza Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk z dnia 17.10.2023r. informujące, że Rada Naukowa IPPT PAN powołała mnie na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr. inż. Mateusza Kopcia.
2. Dokumentacja przygotowana przez Kandydata – 6 załączników (w formie elektronicznej i papierowej).
3. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r (Dz.U. z 2022r. poz. 574 z późn. zm.).

2. Sylwetka Kandydata

Dr inż. Mateusz Kopeć jest absolwentem Wojskowej Akademii Technicznej z roku 2015. W Imperial College London UK (w ramach studiów doktoranckich) obronił rozprawę doktorską nt. „*Hot stamping of titanium alloys*” uzyskując stopień *Doctor of Philosophy* w 2020 roku. W latach 2013-2019 zatrudniony był jako stażysta a następnie programista w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk. W latach 2019-2020 zatrudniony był na stanowisku asystenta, a od 2020r. jest zatrudniony na stanowisku adiunkta w IPPT PAN oraz Academic Visitor w Imperial College London (Department of Mechanical Engineering). Od 2021r. pełni funkcję kierownika Laboratorium Badań Materiałów i Konstrukcji w IPPT PAN. Od czasu uzyskania stopnia doktora powiększył znacząco

jakościowo i ilościowo swój dorobek naukowy, zwłaszcza w ostatnich trzech latach, co stanowiło podstawę wystąpienia z wnioskiem o wszczęcie postępowania habilitacyjnego.

3. Ocena osiągnięcia naukowego zgodnie z art. 219 ust.1 pkt. 2 PSWiN

Jako podstawę do oceny osiągnięcia naukowego w dyscyplinie inżynieria mechaniczna, o którym mowa w art. 219 ust.1 pkt. 2 ustawy: Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r (Dz.U. z 2022 poz. 574 z późn. zm.), Kandydat przedstawił cykl powiązanych tematycznie publikacji pt. „*Metodologia monitorowania rozwoju uszkodzenia w materiałach inżynierskich poddawanych obciążeniom eksploatacyjnym*”.

W skład cyklu wchodzi 8 artykułów naukowych, oznaczonych odpowiednio od A1 do A8:

- A1. Kopeć M., Brodecki A., Kukla D., Kowalewski Z.L. Suitability of DIC and ESPI optical methods for monitoring fatigue damage development in X10CrMoVNb9-1 power engineering steel. Archives Of Civil And Mechanical Engineering, 21, 167, pp.1-13, 2021, DOI: 10.1007/s43452-021-00316-1
- A2. Kopeć M., Kukla D., Brodecki A., Kowalewski Z.L. Effect of high temperature exposure on the fatigue damage development of X10CrMoVNb9-1 steel for power plant pipes. International Journal of Pressure Vessels and Piping, 189, 104282, pp. 1-16, 2021, DOI: 10.1016/j.ijpvp.2020.104282
- A3. Kopeć M., Kukla D., Kowalewski Z.L. Assessment of fatigue life of aluminized, coarse-grained MAR247 alloy supported by full-field ESPI measurements. Journal Of Theoretical And Applied Mechanics, 60, 4, pp.619-623, 2022, DOI: 10.15632/jtam-pl/153041
- A4. Kopeć M. The stress and strain distribution in X10CrMoVNb9-1 power engineering steel after long time degradation studied by the ESPI system. Bulletin Of The Polish Academy Of Sciences: Technical Sciences, 70, 2, pp.1-7, 2022, DOI: 10.24425/bpasts.2022.141181
- A5. Brodecki A., Kopeć M., Kowalewski Z.L. Monitoring of fatigue damage development in as-received and exploited 10CrMo9-10 power engineering steel supported by Digital Image Correlation. International Journal of Pressure Vessels and Piping, 104889, pp.1-9, 2023, DOI: 10.1016/j.ijpvp.2023.104889
- A6. Kopeć M., Brodecki A., Kowalewski Z.L. Fatigue damage development in 10CrMo9-10 steel for power plant pipes in as-received state and after 280 000 hours of exploitation. Archives Of Civil And Mechanical Engineering, 23:98, pp.1-10, 2023, DOI: 10.1007/s43452-023-00637-3

- A7. Kopeć M. Fatigue damage development in 14MoV6-3 steel for power plant pipes monitored by Digital Image Correlation. *Acta Mechanica Solida Sinica*, pp.1-13, 2023, DOI: 10.1007/s10338-023-00387-y
- A8. Kopeć M., Garbacz G., Brodecki A., Kowalewski Z.L. Metric entropy and Digital Image Correlation in deformation dynamics analysis of fibre glass reinforced composite under uniaxial tension. *Measurement*, 205, 112196, 2022, DOI: 10.1016/j.measurement.2022.112196

Z ośmiu artykułów naukowych stanowiących osiągnięcie naukowe Kandydata, dwa opublikowano w czasopiśmie *Archives Of Civil And Mechanical Engineering* (IF 4,042), dwa w *International Journal of Pressure Vessels and Piping* (IF 3,927), jeden w *Journal Of Theoretical And Applied Mechanics* (IF 0,722), jeden w *Bulletin Of The Polish Academy Of Sciences: Technical Sciences* (IF 1,515) i jeden w *Measurement* (IF 5,131). Sumaryczny Impact Factor publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe wynosi 22,759. Liczba cytowań poszczególnych prac według bazy Scopus wynosi: A1-4, A2-8, A3-0, A4-0, A5-0, A6-0, A7-1, A8-1. Niska liczba cytowań poszczególnych publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe najprawdopodobniej wynika z faktu opublikowania tych prac w ostatnich trzech latach. W mojej ocenie wartość naukowa przedstawionego osiągnięcia wzrosłaby istotnie w przypadku publikacji wyników w renomowanych czasopismach naukowych specjalizujących się tematyce badań zmęczeniowych np. *International Journal of Fatigue*. W publikacjach A4 i A7 Kandydat jest samodzielnym autorem; natomiast pozostałe sześć publikacji naukowych stanowią prace wieloautorskie, które wykonano w zespole składającym się z 3-4 badaczy. Dokumentacja wniosku zawiera również stosowne oświadczenia współautorów określające ich wkład w powstanie poszczególnych artykułów stanowiących osiągnięcie naukowe Kandydata. Udział Kandydata w przedstawionych artykułach naukowych dotyczy koncepcji pracy, gromadzenia danych, przeprowadzenia badań eksperymentalnych, analizy danych, opracowania graficznego danych, walidacji danych, przygotowania dyskusji oraz przygotowania publikacji.

Tematyka badawcza Kandydata dotyczy badań charakterystyk zmęczeniowych materiałów inżynierskich. Spektrum prowadzonych prac naukowych obejmuje monitorowanie rozwoju uszkodzenia w materiałach poddawanych obciążeniom eksploatacyjnym-zmęczeniowym, analizę wytrzymałości zmęczeniowej, a także opis mechanizmów degradacji.

Podjęta przez dr. inż. Mateusza Kopcia problematyka badawcza w obszarze zmęczenia materiałów jest złożona i trudna w systematycznym opisie. Dotyczy ona aktualnego obecnie

problemu w przemyśle energetyczno-ciepłowniczym, a mianowicie procesów degradacji stali energetycznych poddanych oddziaływaniu wysokiej temperatury oraz różnego rodzaju obciążeniom (statycznemu, cyklicznemu zmęczeniu, pełzaniu, obciążeniom dynamicznym). Wzrost wymagań stawianych konstrukcjom inżynierskim oraz elementom maszyn i urządzeń wymusza stosowanie materiałów zapewniających wyższe wskaźniki wytrzymałości statycznej i zmęczeniowej oraz odporności temperaturowej dla uzyskania coraz to większej sprawności i trwałości urządzeń w warunkach eksploatacyjnych.

W mojej ocenie istotnym również wydaje się podjęcie przez Kandydata prac w zakresie opracowania procedur i metod ilościowego opisu stopnia uszkodzenia związanego z oddziaływaniem obciążeń cyklicznych, monitorowania rozwoju uszkodzenia i jego dynamiki dla identyfikacji i opisu mechanizmów uszkodzeń stali energetycznych w warunkach ich eksploatacji. Tematykę badawczą Kandydata należy uznać jako aktualną i istotną, mającą duże znaczenie praktyczne.

Przedstawiony przez Kandydata cykl publikacji powiązanych tematycznie dotyczy metodologii monitorowania rozwoju uszkodzenia w materiałach inżynierskich poddawanych obciążeniom eksploatacyjnym. Celem naukowym badań naukowych zawartych w cyklu publikacji Kandydata stanowiących główne osiągnięcie naukowe jest efektywne monitorowanie rozwoju uszkodzenia zmęczeniowego materiałów inżynierskich, zwłaszcza stali energetycznych, wsparte optycznymi metodami pomiarowymi oraz analitycznymi metodami obliczeniowymi. Przedstawione w cyklu tematycznym publikacje od A1 do A8 w mojej opinii odnoszą się do przedstawionego przez Kandydata celu naukowego.

Prace Kandydata stanowiące osiągnięcie habilitacyjne dotyczą ponadto wykorzystania metod optycznych (ESPI, DIC) w monitorowaniu uszkodzeń zmęczeniowych, analitycznego sposobu określania stopnia uszkodzenia materiału konstrukcyjnego wywołanego obciążeniami eksploatacyjnymi wykorzystującego mierzalne parametry zniszczenia, korelacji metod optycznych z mierzalnymi parametrami zniszczenia, analizy mikrostrukturalnej i fraktograficznej materiałów po badaniach zmęczeniowych. Ponadto Kandydat przedstawia w swoich pracach efektywność optycznych metod pomiarowych dla superstopów niklu oraz kompozytów polimerowych wzmacnianych włóknami szklanymi.

W obszarze wykorzystania metod optycznych w badaniach zmęczeniowych istotnym osiągnięciem Kandydata są zagadnienia związane z metodologią pomiarów metodą ESPI i DIC w monitorowaniu uszkodzeń w szczególności stali energetycznych. Kandydat wykazał, że zaproponowane optyczne metody mogą przedstawiać stan i dynamikę rozwoju pęknięć badanych materiałów. Pozwalają one na wyznaczenie obszarów występowania największej

koncentracji naprężenia i odzwierciedlają lokalny charakter inicjacji pęknięć zmęczeniowych. Przeprowadzone badania przez Kandydata potwierdziły przydatność metod optycznych do identyfikacji punktu początkowego pęknięcia spowodowanego cyklicznymi obciążeniami zmiennymi. Metody te mogą również służyć do oszacowania trwałości zmęczeniowej materiałów. Możliwość wykorzystania metody DIC w monitorowaniu uszkodzeń zmęczeniowych Kandydat przedstawił w pracach eksperymentalnych na materiałach będących przedmiotem osiągnięcia habilitacyjnego – stalach energetycznych. Kandydat wykazał skuteczność metod optycznych i ich efektywność w testach zmęczeniowych dla monitorowania rozwoju uszkodzeń zmęczeniowych. Kandydat wskazał również ograniczenia tych metod, dotyczące jednak jedynie natury technicznej prowadzenia pomiarów.

Można zgodzić się z Kandydatem, że zastosowane metody optyczne (w szczególności DIC) są metodami uniwersalnymi o dość szerokich możliwościach zastosowania dla badanych materiałów, jak i różnych geometrii i schematów obciążeń próbek. Pragnę jednak zwrócić uwagę, że metody cyfrowej korelacji obrazu w badaniach materiałów, elementów i konstrukcji wykorzystywane są od co najmniej kilkunastu lat, w szczególności w badaniach zmęczeniowych i monitorowaniu procesu degradacji (pękania) całego spektrum rodzaju materiałów. Dlatego też, samo zastosowanie przez Kandydata znanych metod cyfrowej korelacji obrazu w ocenie procesu zmęczenia stali energetycznych nie stanowi według mnie nowości i istotnego osiągnięcia naukowego.

Warto natomiast pokreślić, istotne osiągnięcia Kandydata związane z opracowaniem i zastosowaniem mierzalnych parametrów zniszczenia w analizie rozwoju uszkodzenia wywołanego cyklicznymi obciążeniami (prace A2, A1, A5, A6, A7). Procedura ta może być skuteczną i efektywną techniką dla badań zmęczeniowych prowadząc nie tylko do określenia liczby cykli do zniszczenia próbki, ale przede wszystkim do wyznaczenia ewolucji parametru uszkodzenia materiału w zależności od wartości amplitudy naprężenia. Na uwagę zasługuje również opracowana przez Kandydata metodyka ilościowego opisu stopnia degradacji materiału na podstawie oceny dynamiki rozwoju odkształceń. Zmiany te zostały sparametryzowane za pomocą odkształceniowego współczynnika uszkodzenia zmęczeniowego (ϕ) i parametru uszkodzenia zmęczeniowego D , obrazujących w różny sposób charakter i dynamikę rozwoju odkształcenia w kolejnych cyklach zmęczenia wysokocyklowego. Opracowane przez Kandydata parametry pozwalają zdefiniować wartość stopnia uszkodzenia w dowolnym cyklu obciążenia oraz umożliwiają monitorowanie jego rozwoju. Rozwój uszkodzeń zmęczeniowych wyrażony zmianami miary uszkodzeń zmęczeniowych ϕ w funkcji liczby cykli oraz ewolucja parametru uszkodzeń zmęczeniowych

D są związane z mechanizmami deformacji i jednoczesną ewolucją mikrostruktury zachodzącą podczas cyklicznego obciążenia. W mojej opinii metoda ta może służyć jako skuteczny wskaźnik rozwoju uszkodzeń zmęczeniowych.

Kandydat w głównym osiągnięciu naukowym dokonał ponadto korelacji optycznych metod pomiarowych i metodologii parametrów niszczenia w monitorowaniu uszkodzenia stali energetycznych wraz z odniesieniem się do zmian zachodzących w mikrostrukturze badanych materiałów. Kandydat wykazał, że zaproponowane metody pozwalają na ujawnienie dynamiki procesu degradacji i są porównywalne bądź bardziej efektywne w stosunku do standardowej metody wyznaczenia krzywej S – N (w pierwszych etapach zniszczenia).

Istotnym elementem osiągnięcia naukowego będącego przedmiotem wniosku habilitacyjnego jest charakteryzacja mikrostrukturalna badanych materiałów z oceną stopnia degradacji i opisem rozwoju uszkodzeń zmęczeniowych stali energetycznych. Należy tu podkreślić wnikliwą analizę cech mikrostruktury wpływającą na obniżenie wytrzymałości zmęczeniowej. Korelacja pomiarów DIC i obserwacji mikroskopowych ujawniła zróżnicowanie mechanizmów uszkodzenia w zależności od zastosowanego naprężenia. Przedstawiona przez Kandydata analiza fraktograficzna pozwoliła na identyfikację miejsc pełniących funkcję koncentratorów naprężenia, a także na opisanie poszczególnych etapów rozwoju uszkodzenia zmęczeniowego. Potwierdzono, że wtrącenia niemetaliczne działając jak koncentratory naprężenia są miejscami potencjalnej inicjacji mikropęknięć zmęczeniowych. Określono rolę interakcji zmęczeniowej pomiędzy twardymi i kruchymi wtrąceniami a osnową metalu.

Kandydat przedstawił ponadto publikacje związane z zastosowaniem cyfrowej korelacji obrazu (metody DIC) do oceny właściwości mechanicznych innych materiałów stosowanych w technice, a mianowicie stopu niklu oraz możliwość wykorzystania DIC w analizie dynamiki deformacji kompozytu o osnowie polimerowej wzmacnianego włóknami szklanymi. Zaproponowana przez kandydata procedura polegająca na wyznaczeniu entropii metrycznej Kołmogorowa-Synaja (K-S) pozwoliła na wyznaczenie właściwości wytrzymałościowych materiałów (wytrzymałości na rozciąganie), potwierdzając znane z literatury dane, że metoda DIC może zostać wykorzystana do oceny charakterystyk odkształceń kompozytów.

Podsumowując, należy stwierdzić, że zaproponowana przez Kandydata metodologia dobrze przedstawia powiązania pomiędzy monitorowaniem rozwoju uszkodzenia w materiałach poddawanych obciążeniom eksploatacyjnym. Monitorowane parametry zmęczeniowe wsparte optycznymi metodami pomiarowymi oraz analitycznymi metodami

obliczeniowymi w połączeniu z analizą mikrostrukturalną i fraktograficzną pozwalają na efektywne monitorowanie rozwoju uszkodzenia zmęczeniowego materiałów inżynierskich, zwłaszcza stali energetycznych z uwzględnieniem określonych schematów obciążenia. Przedstawiona w osiągnięciu naukowym koncepcja Kandydata może być przydatnym narzędziem dla monitorowania i analizy uszkodzeń zmęczeniowych stali energetycznych, a także określenia ich przyczyn. Metody te mogą również znaleźć potencjalne wykorzystanie w celu monitorowania i opisu uszkodzeń zmęczeniowych w innych grupach materiałowych.

Po dokonaniu analizy osiągnięcia naukowego Kandydata nasuwają się jednak uwagi. Pierwsza dotyczy publikacji oceniającej zastosowanie metody cyfrowej korelacji obrazu dla materiałów kompozytowych wzmacnianych włóknami szklanymi. W mojej ocenie nie powinna ona zostać włączona w cykl publikacji stanowiących recenzowane osiągnięcie naukowe. Powoduje ona jedynie zaburzenie jednotematycznego cyklu publikacji, który ukierunkowany jest na materiały typu stale energetyczne. Skutkuje to w moim odczuciu sformułowaniem zbyt ogólnego tytułu osiągnięcia habilitacyjnego: „*Metodologia monitorowania rozwoju uszkodzenia w materiałach inżynierskich poddawanych obciążeniom eksploatacyjnym*”. Według mnie „materiały inżynierskie” obejmują zbyt liczne i różnorodne grupy materiałów, aby dokonać ich oceny w jednym osiągnięciu.

Kolejna uwaga krytyczna dotyczy przygotowania autoreferatu oraz wskazania indywidualnego i merytorycznego wkładu Kandydata. Opis osiągnięć w autoreferacie przedstawiony jest zbyt ogólnie. Również deklaracje Kandydata oraz poszczególnych autorów odnośnie wkładu w prace wieloautorskie częściowo pokrywają się i nie stanowią w mojej opinii wystarczająco dokładnego przedstawienia zaangażowania merytorycznego. Nasuwa to wątpliwości co do jednoznacznego uznania prezentowanych przez Kandydata osiągnięć jako Jego indywidualnych. Kandydat powinien w sposób nie budzący wątpliwości dowieść własnego istotnego wkładu w osiągnięcie naukowe. Szczegółowy opisu indywidualnego, merytorycznego udziału Kandydata w powstanie danej pracy, jest warunkiem dokonania oceny osobistych osiągnięć Kandydata stanowiących znaczący wkład w rozwój określonej dyscypliny.

Reasumując uważam, że pomimo przedstawionych uwag podjęta przez Kandydata tematyka badawcza jest aktualnym zagadnieniem naukowym, na duże znaczenie poznawcze, a także praktyczne. Opiniowane osiągnięcie naukowe „*Metodologia monitorowania rozwoju uszkodzenia w materiałach inżynierskich poddawanych obciążeniom eksploatacyjnym*” dr. inż. Mateusza Kopcia przedstawiające zagadnienia monitorowania rozwoju uszkodzenia zmęczeniowego materiałów inżynierskich, zwłaszcza stali energetycznych, wsparte

optycznymi metodami pomiarowymi oraz analitycznymi metodami obliczeniowymi, stanowi cykl publikacji powiązanych tematycznie, i przedstawia oryginalne rozwiązanie problemu naukowego wnosząc znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna.

Pozostałe osiągnięcia

Istotne, dodatkowe osiągnięcia naukowe, wskazane przez Kandydata, dotyczą badań związanych z materiałami ceramicznymi, w tym kompozytami (przedstawione zostały w rozdziale 3. autoreferatu).

Praca badawcza Kandydata realizowana przed doktoratem koncentrowała się głównie na rozwijaniu umiejętności związanych z badaniem oraz charakteryzacją właściwości mechanicznych materiałów. Należą do nich: (a) optyczne metody pomiarowe, w których szczegółowo analizowano zastosowanie elektronicznej interferometrii plamkowej do lokalizacji uszkodzeń zmęczeniowych oraz użyteczność systemów optycznych w badaniach mechanicznych, (b) badania nieniszczące z wykorzystaniem techniki prądów wirowych w celu oceny grubości warstw hartowanych, (c) dynamiczne odkształcania intermetalicznych stopów NiAl z wykorzystaniem techniki dzielonego pręta Hopkinsona (SHPB), (d) badania zużycia ściernego stopów z pamięcią kształtu (NiTi).

Innym ważnym osiągnięciem naukowym dr. inż. Mateusza Kopcia jest realizacja rozprawy doktorskiej w Imperial College London w ramach studiów doktoranckich, której tematyka prowadzonych prac skoncentrowana była na nowoczesnych metodach formowania stopów tytanu i znalazła przemysłowe zastosowanie w odpowiedzialnych elementach konstrukcji lotniczych, co jest warte podkreślenia.

Istotne osiągnięcia naukowe Kandydata realizowane po nadaniu stopnia doktora nie ograniczają się wyłącznie do monitorowania rozwoju uszkodzenia materiałów inżynierskich z wykorzystaniem optycznych metod pomiarowych. Badania naukowe Kandydata realizowane są w różnych obszarach tematycznych (interdyscyplinarnie), co w mojej opinii jest szczególnie istotne. Należy tutaj zaliczyć osiągnięcia w zakresie badań powłok stanowiących bariery cieplne na stopach niklu, analizę przyczyn pękania implantów ortopedycznych, szeroko rozumianą metalurgię proszków oraz metody charakteryzacji właściwości mechanicznych materiałów w złożonym stanie naprężenia.

W zakresie badań powłok termicznych na stopach niklu dzięki zastosowaniu zoptymalizowanych warunków nanoszenia powłoki aluminidkowej metodą CVD Kandydat uzyskał poprawę odporności korozyjnej, wzrost twardości warstwy wierzchniej o 70% oraz

poprawę właściwości mechanicznych (zużycie ścierne o 100%, zmęczenie wysokotemperaturowe o 60% oraz pełzanie o 100%).

Do istotnych osiągnięć dr. inż. Mateusza Kopcia można zaliczyć również prace badawcze związane z analizą przyczyn pękania implantów ortopedycznych. W tych ramach prac sformułowano tezy dotyczące czynników mogących mieć wpływ na degradację implantów medycznych stosowanych w ortopedii, a także czynniki, które mogą poprawiać trwałość implantów. Sformułowano również zalecenia dotyczące m.in. czynników materiałowych, technologii wytwarzania implantów, obciążeń mechanicznych oraz techniki implantacji. W mojej opinii badania te są szczególnie wartościowe z uwagi na zmienność osobniczą, a ich wyniki mogą być wykorzystane w poprawie jakości funkcjonowania pacjentów, u których w leczeniu ortopedycznym zastosowano implanty.

Kolejnym obszarem osiągnięć naukowych Kandydata są zagadnienia związane z metalurgią proszków w wytwarzaniu nowoczesnych materiałów inżynierskich, do których możemy zaliczyć: (a) optymalizację parametrów procesu regeneracji stopów niklu i wytworzenie warstw (napoin) o odpowiednich charakterystykach geometrycznych i strukturalnych, (b) opracowanie modelu i wytworzenie intermetalicznych stopów – kompozytów o osnowie żelaza i aluminium o wysokiej twardości i żaroodporności, (c) opracowanie procedury przewidywania wielofazowej struktury i wytwarzania stopów o wysokiej entropii - opracowanie procesu spiekania stopu TiCoCrFeMn.

Wyniki przeprowadzonych badań przez Kandydata w każdym z powyższych obszarów stały się podstawą publikacji naukowych, udziału czynnego w krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych oraz przyczyniły się do powstania patentów i wzorów użytkowych.

3. Ocena aktywności naukowej zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt. 3 PSWiN

Dr inż. Mateusz Kopeć swoją aktywność naukową realizuje poprzez współpracę z naukowcami z krajowych jak i zagranicznych jednostek naukowych, czego głównym efektem jest opracowywanie wspólnych publikacji naukowych. W ramach naukowej aktywności zagranicznej Kandydat odbył trzyletnie studia doktoranckie i zrealizował rozprawę doktorską - Imperial College London, Wielka Brytania (10/2016 – 10/2019), co zasługuje na szczególne wyróżnienie.

Po zakończeniu studiów doktoranckich dr inż. Mateusz Kopeć kontynuuje współpracę naukową z Imperial College London, a także rozpoczyna współpracę z innymi jednostkami takimi jak: Jiaotong University, Harbin Institute of Technology, University of Cyprus. Prace

badawcze prowadzone są w zakresie szeroko rozumianego formowania stopów aluminium i tytanu.

Dr inż. Mateusz Kopeć aktywnie współpracuje również z krajowymi ośrodkami naukowymi m.in. Wojskową Akademią Techniczną. Prowadzone badania dotyczą rentgenografii powłok termicznych, metalurgii proszków, a w szczególności wytwarzania kompozytów intermetalicznych oraz materiałów o wysokiej entropii. Kolejnym ośrodkiem z którym współpracuje Kandydat jest Politechnika Warszawska, z którym prowadzi badania nad wytwarzaniem i zastosowaniem powłok intermetalicznych na bazie NiAl do podniesienia wysokotemperaturowych właściwości stopów niklu oraz prace z zakresu przyrostowego wytwarzania elementów wykonanych ze stopów tytanu i niklu. Ponadto realizowane są prace z zakresu wytwarzania powłok ochronnych na wysokotemperaturowe zastosowania stopów niklu. Kandydat prowadzi również współpracę z Warszawskim Uniwersytetem Medycznym dotyczącą biomateriałów stosowanych do wytwarzania implantów ortopedycznych oraz analizy przyczyn pęknięcia implantów.

Aktywność naukowa dr. inż. Mateusza Kopia została udokumentowana w postaci publikacji naukowych z których wyróżnić można:

- a) Effect of plasma nitriding process on the fatigue and high temperature corrosion resistance of Inconel 740H nickel alloy. Kopeć M., Gorniewicz D., Kukla D., Barwińska I., Józwiak S., Sitek R., Kowalewski Z.L., *Archives Of Civil And Mechanical Engineering*, pp.57-1-15, 2022
- b) Effects of heat and momentum gain differentiation during gas detonation spraying of FeAl powder particles into the water. Senderowski C., Panas A.J., Fikus B., Zasada D., Kopeć M., Korytchenko K.V. *Materials*, Vol.14, No.23, pp.7443-1-18, 2021
- c) TiCoCrFeMn (BCC + C14) high-entropy alloy multiphase structure analysis based on the theory of molecular orbitals. Gorniewicz D., Przygucki H., Kopeć M., Karczewski K., Józwiak S. *Materials*, Vol.14, No.18, pp.5285-1-16, 2021
- d) Aluminide thermal barrier coating for high temperature performance of MAR 247 nickel based superalloy. Kopeć M., Kukla D., Yuan X., Rejmer W., Kowalewski Z.L., Senderowski C. *Coatings*, Vol.11, No.1, pp.48-1-12, 2021
- e) Microstructural analysis of fractured orthopedic implants. Kopeć M., Brodecki A., Szczesny G., Kowalewski Z.L. *Materials*, Vol.14, No.9, pp.2209-1-17, 2021
- f) Deformation of the Titanium Plate Stabilizing the Lateral Ankle Fracture Due to Its Overloading in Case of the Young, Obese Patient: Case Report Including the

Biomechanical Analysis. Szczesny G., Kopeć M., Szolc T., Kowalewski Z.L., Małdyk P. *Diagnostics*, Vol.12, No.6, pp.1479-1-10, 2022

Ponadto Kandydat przedstawiał wyniki swoich badań podczas czynnego udziału w konferencjach międzynarodowych.

Aktywność naukowa dr. inż. Mateusza Kopecia jest istotna i oceniam ją pozytywnie. Nie mam istotnych zastrzeżeń, co do spełnienia przez Kandydata tegoż wymogu. W mojej opinii, aktywność naukowa Kandydata ma wpływ na uzyskanie jego osiągnięć naukowych i tworzenie własnego dorobku naukowego. Reasumując można stwierdzić, że dr inż. Mateusz Kopeć spełnia warunek art. 219 ust.1 pkt.3 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, dotyczący istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.

4. Ocena pozostałej działalności wykazanej w dokumentacji

4.1. Aktywność naukowa

Dr inż. Mateusz Kopeć jest aktywny naukowo, co udokumentowane jest w postaci 34 publikacji, w tym 26 po uzyskaniu stopnia doktora, współautorstwem 2 rozdziałów w monografiach naukowych, w tym 1 po uzyskaniu stopnia doktora.

Publikacje naukowe Kandydata są indeksowane w bazach międzynarodowych Scopus, WoSc, a cytowania wynoszą odpowiednio 168 (148 bez autocytowań) i 145 (128 bez autocytowań). Przekłada się to na indeks H=8 (Scopus) i H=7 (WoSc), co jest dobrym poziomem w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Dr inż. Mateusz Kopeć prezentował własne wyniki badań uczestnicząc czynnie w 18 międzynarodowych konferencjach naukowych, w tym 10 zagranicznych oraz 8 krajowych.

Kandydat brał udział w organizacji międzynarodowej konferencji naukowej (XIX Międzynarodowej Konferencji Mechaniki Doświadczalnej, ICEM19).

Kandydat był lub jest głównym wykonawcą i wykonawcą w 2 projektach NCN-Opus, którego zadania badawcze związane są/były bezpośrednio z obszarem zainteresowań naukowych kandydata (charakterystyki odkształcenia i niszczenia materiału pod wpływem złożonego stanu naprężenia, złożonych obciążeń termo-mechanicznych). Dr inż. Mateusz Kopeć uczestniczył również jako wykonawca w realizacji międzynarodowego projektu badawczego dotyczącego wytłaczania na gorąco stopów tytanu.

Dr inż. Mateusz Kopeć jest członkiem w pięciu międzynarodowych i krajowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych (m.in. European Society for Experimental Mechanics, British Society for Strain Measurement, European Mechanics Society, PTMS,

PTM). Wykonał również 56 recenzji prac naukowych w uznanych czasopismach międzynarodowych.

W latach 2020-2022 r. Dr inż. Mateusz Kopeć został wyróżniony przez IPPT PAN nagrodami Dyrektora IPPT PAN za osiągnięcia naukowe. Ponadto otrzymał nagrody naukowe IV Wydziału Nauk Technicznych PAN i Komitetu Mechaniki PAN (2021r.). W 2021r. otrzymał nagrodę Polskiego Towarzystwa Materiałoznawczego za najlepszą pracę doktorską z zakresu inżynierii materiałowej obronioną w 2020r.

4.2. Współpraca z otoczeniem społecznym i gospodarczym

Istotną działalnością dr inż. Mateusza Kopia, którą można zakwalifikować jako współpracę z otoczeniem społecznym i gospodarczym były prace związane z wdrożeniem systemów jakości w IPPT PAN i otrzymaniem akredytacji laboratorium w zakresie badań mechanicznych wyrobów i materiałów konstrukcyjnych.

W ramach prowadzonej działalności w obszarze prac rozwojowych na rzecz sektora przemysłowego i otoczenia społecznego, związanego z uprawianą dyscypliną naukową Kandydat był wykonawcą 5 opracowań na rzecz przemysłu (badania właściwości materiałowych). Jest współtwórcą 1 patentu oraz 4 krajowych zgłoszeń patentowych.

4.3. Ocena działalności dydaktycznej

Dr inż. Mateusz Kopeć prowadzi działalność dydaktyczną, pomimo tego, że nie jest ona wpisana w działalność statutową IPPT PAN. Prowadzi autorskie wykłady i ćwiczenia z przedmiotu "Scientific writing and effective speaking for PhD students" w dwóch szkołach doktorskich Polskiej Akademii Nauk. Za tę działalność dydaktyczną otrzymał dwukrotnie Nagrodę Dyrektora IPPT. Dr inż. Mateusz Kopeć był promotorem pomocniczym jednej pracy magisterskiej w Imperial College London, aktualnie jest promotorem pomocniczym trzech prac doktorskich realizowanych w IPPT PAN. Ponadto w ramach działalności dydaktycznej prowadzi miesięczne staże zawodowe dla studentów Instytutu Inżynierii Materiałowej WAT pierwszego stopnia. Za osiągnięcia dydaktyczne Kandydat został wyróżniony nagrodą Dyrektora IPPT PAN (2020r., 2021r.).

4.4. Ocena działalności organizacyjnej oraz popularyzującej naukę.

Do działalności organizacyjnej dr inż. Mateusza Kopia zaliczyć należy głównie udział w organizacji XIX Międzynarodowej Konferencji Mechaniki Doświadczalnej ICEM19 (2022r.) w Krakowie przez Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN przy wsparciu

Europejskiego Towarzystwa Mechaniki Doświadczalnej oraz Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej.

Ponadto Kandydat brał udział w organizacji i koordynowaniu w IPPT PAN pierwszego Ogólnopolskiego Dnia Inżynierii Materiałowej (2023r.) będącego wspólnym przedsięwzięciem 15 jednostek naukowych pod patronatem Polskiego Towarzystwa Materiałoznawczego.

W ramach działalności popularyzujących naukę Kandydat uczestniczył czynnie w Festiwalu Nauki (2021r., 2022r.), podczas którego prowadził lekcje pokazowe dla uczniów szkół podstawowych. Kandydat uczestniczy w cyklicznych akcjach promocyjnych skierowanych do młodzieży szkół średnich, których celem jest zachęcenie do studiowania inżynierii materiałowej i mechanicznej. W 2022r. Kandydat otrzymał Nagrodę Dyrektora IPPT PAN za osiągnięcia organizacyjne.

Przedstawione informacje świadczą o wystarczającej aktywności dydaktycznej i organizacyjnej Kandydata, zaangażowaniu oraz kompetencjach. Osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne i popularyzatorskie dr. inż. Mateusza Kopcia oceniam pozytywnie.

5. Wniosek końcowy

Przedstawione do oceny osiągnięcia naukowe oraz pozostały dorobek naukowy, organizacyjny i dydaktyczny pozwalają na stwierdzenie, że dr inż. Mateusz Kopeć spełnia ustawowe wymogi stawiane kandydatom do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego określone w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2022 r. poz. 574 z późn. zm.). Niniejszym popieram wniosek dr. inż. Mateusza Kopcia o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

