

Warszawa, dn. 20.12.2019 r.

Prof. dr hab. inż. Stanisław Radkowski
Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych
Instytut Pojazdów
Politechnika Warszawska

OPINIA
o dorobku i osiągnięciach naukowych
dra inż. Jarosława Szusty.

Niniejsza recenzja została wykonana na podstawie pisma nr WM-4140.22.2019 z upoważnienia Dziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Białostockiej, dr. hab. inż. Romana Kaczyńskiego prof. PB oraz formalnie przekazanych dokumentów, do których należą:

1. Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia naukowego doktora
2. Autoreferat przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych albo artystycznych, w szczególności osiągnięcia, o którym mowa w art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2018 r. poz. 1789) (w j. polskim)
- 2a. Autoreferat przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych albo artystycznych, w szczególności osiągnięcia, o którym mowa w art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2018 r. poz. 1789) (w j. angielskim)
3. Wykaz osiągnięć naukowo-badawczych kandydata
4. Wykaz dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej kandydata
5. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego
6. Publikacje wchodzące w skład pozostałego dorobku naukowego
7. Oświadczenia współautorów publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego
8. Potwierdzenia zrealizowanych prac projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych, badawczo- rozwojowych, zgłoszeń patentowych
9. Dane personalne i kontaktowe
10. Informatyczny nośnik danych z zapisem elektronicznym załączonych dokumentów (2 egzemplarze).

1. Wstęp

Jednym z istotnych problemów, które musi uwzględnić konstruktor maszyn i urządzeń jest rozwiązywanie zagadnień związanych z procesem powstawania i rozwoju wczesnych faz uszkodzeń a przede wszystkim powstających w skutek zachodzących procesów zmęczenia

materiałów. Wczesne wykrycie uszkodzenia pozwala uniknąć degradacji wytworu, w szczególności awarii systemów technicznych oraz związanych z tym konsekwencji w postaci strat materialnych oraz pozamaterialnych i stanowi podstawę do podjęcia optymalnej decyzji w czasie umożliwiającym racjonalne działania korygujące bądź naprawcze. Modelowanie, symulacja i badanie zmian parametrów układu w funkcji rozwoju uszkodzeń pozwala na ocenę wpływu procesów degradacyjnych i zmęczeniowych z uwzględnieniem wpływu temperatury na ewolucję rozkładów obciążeń i właściwości kinematyczno-dynamicznych obiektów technicznych oraz detekcję i identyfikację jakościowych zmian ich stanu technicznego.

Dr inż. Jarosław Szusta związał większość swej kariery naukowej i kształceniowej z badaniem tego pola zjawiskowego obiektów technicznych. Z jednej strony są to badania mające na celu poznanie związków fizykalnych, z drugiej określanie ujęcia metodologicznego uwzględniającego zmiany temperatury i jej wpływ na zmiany wytrzymałości zmęczeniowej. W tak szerokim polu badawczym i kształceniowym porusza się opiniowany Kandydat.

2. Ogólna Charakterystyka Kandydata

Dr inż. Jarosław Szusta urodził się w 1979 roku w Białymstoku. Studia wyższe odbył w Politechnice Białostockiej na Wydziale Mechanicznym. W 2008 roku obronił rozprawę doktorską pt. *Modelowanie kumulacji uszkodzeń wywołanej złożonymi obciążeniami niskocyklowymi*, i tym samym otrzymał stopień doktora nauk technicznych. Od 2002 pracuje w Katedrze Podstaw Konstrukcji Maszyn, na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej, najpierw na stanowisku asystenta stażysty, następnie asystenta oraz starszego asystenta. Po obronie rozprawy doktorskiej, od 2009 roku pracuje na stanowisku adiunkta. Odbył szereg szkoleń i kursów: kurs kwalifikacyjny pedagogiczny dla czynnych zawodowo nauczycieli (2005 r.); szkolenie z zakresu obsługi oprogramowania SolidCAM (2007 r.); szkolenie z zakresu Oceny Ryzyka Technicznego, metody redukcji, wskazanie ryzyka resztkowego wg PN-EN ISO 12100:2012P przy projektowaniu, modyfikacji, modernizacji maszyn i urządzeń oraz zespołów maszyn (2016 r.).

Jest członkiem międzynarodowych oraz krajowych organizacji i towarzystw naukowych takich jak: Polskie Towarzystwo Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej (członek od 2008 r., przewodniczący komisji rewizyjnej od 2017 r.); Sekcja Metod Eksperymentalnych Mechaniki Komitetu Mechaniki PAN (członek od 2016 r.); European Structural Integrity Society (ESIS) (membership since 2019); Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich (członek od 2019r.).

Bierze czynny udział w pracach uczelni i wydziału, w tym: był członkiem Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej Wydziału Mechanicznego Politechniki Białostockiej w latach 2006-2008, a następnie w latach 2009 -2012, sekretarzem tejże komisji.

W ramach programu ERASMUS odbył wizytę roboczą w Departament of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Pamukkale University, Turcja

Kandydat brał udział w pracach komitetów organizacyjnych międzynarodowych oraz krajowych konferencji naukowych w tym: 9th International Symposium on Mechanics of

Materials and Structures and 2nd International Conference on Advances in Micromechanics of Materials, 4 - 8 June 2017 Augustów; 8th International Symposium on Mechanics of Materials and Structures and Fracture and Fragmentation in Science and Engineering Conference, May 31 - June 3 2015 Augustów; VII International Symposium on Mechanics of Materials and Structures, 3 - 6 June 2013 Augustów; VI International Symposium on Mechanics of Materials and Structures, May 30 - June 2 2011 Augustów; V Międzynarodowe Sympozjum Mechaniki Zniszczenia Materiałów i Konstrukcji, czerwiec 2009 Augustów; IV Międzynarodowe Sympozjum Mechaniki Zniszczenia Materiałów i Konstrukcji, 30 maj - 2 czerwca 2007 Augustów; III Sympozjum Mechaniki Zniszczenia Materiałów i Konstrukcji, czerwiec 2005 Augustów; II Sympozjum Mechaniki Zniszczenia Materiałów i Konstrukcji, 4-7 czerwca 2003 Augustów;

Otrzymał szereg nagród i wyróżnień za działalność dydaktyczną i organizacyjną na wydziale i w uczelni w tym; Medal Komisji Edukacji Narodowej -2018; Wyróżnienie Dziekana i Rady Wydziału Mechanicznego za wyjątkowe zaangażowanie w procesie nauczania, profesjonalizm oraz świetny kontakt ze studentami - 2018; Wyróżnienie za promotorstwo Pracy dyplomowej na temat: Projekt zagęszczarki rewersyjnej do gruntu autorstwa mgr inż. Daniela Sakowicza - 2009; Nagroda Rektora Politechniki Białostockiej III stopnia za doskonalenie procesu dydaktycznego - 2006; Nagroda Rektora Politechniki Białostockiej III stopnia za działalność organizacyjną oraz osiągnięcia w pracy dydaktycznej w 2005 roku.

3. **Opinia o dorobku naukowym**

Przedstawione do opiniowane osiągnięcie naukowe zatytułowane: *Wytrzymałość i trwałość zmęczeniowa elementów konstrukcyjnych w zakresie jedno- i dwuosiowych obciążeń w podwyższonej temperaturze* składa się z cyklu sześciu powiązanych tematycznie publikacji z lat 2009-2018, oraz trzech przyznanych patentów. Jeśli chodzi o artykuły to w czterech z nich Habilitant występuje jako współautor, natomiast pozostałe dwa oraz przedstawione patenty są publikacjami i osiągnięciami autorskimi:

H1. J. Szusta, A. Seweryn: Damage accumulation modeling under uniaxial low cycle fatigue at elevated temperatures, *Engineering Failure Analysis*, 56, 2015, pp. 474-483; H2. Ó. Karakas, J. Szusta: Monotonic and low cycle fatigue behaviour of 2024-T3 aluminium alloy between room temperature and 300°C for designing VAWT Components, *Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures*, 39, 2016, pp. 95-109;

H3. J. Szusta, A. Seweryn: Experimental study of the low-cycle fatigue life under multiaxial loading of aluminum alloy EN AW-2024-T3 at elevated temperatures, *International Journal of Fatigue*, 96, 2017, pp. 28-42;

H4. Ó. Karakas, J. Szusta: Bauschinger effect at elevated temperatures in a 2024-T3 aluminum alloy for designing wind turbine components, *Materials Testing*, 59(9), 2017, pp. 735-743;

H5. J. Szusta: Low cycle fatigue of metallic materials under uniaxial loading at elevated temperature, *International Journal of Fatigue*, 114, 2018, pp. 272- 281;

H6. J. Szusta, A. Seweryn: Fatigue damage accumulation modeling of metals alloys

under high amplitude loading at elevated temperature, *Metals*, 8(12), 2018, 1030
<https://doi.org/10.3390/met8121030> ;

Przyznane patenty

P1. J. Szusta: Sposób mocowania badanych próbek w podwyższonych temperaturach; *PL394719-AF*, Politechnika Białostocka

P2. J. Szusta: Adapter do mocowania ekstensometru liniowego na próbce; *PL 394751-AI*; Politechnika Białostocka

P3. J. Szusta: Wysokotemperaturowy ekstensometr poprzeczny; *PL 399119-AF*, Politechnika Białostockiej

Prezentując osiągnięcie naukowe Habilitant podkreśla dwa istotne cele:

- zbadanie wpływu podwyższonej temperatury na właściwości wytrzymałościowe i zmęczeniowe stopów metali;
- Opracowanie empirycznie wspartych modeli prognostycznych umożliwiających predykcję zmian trwałości zmęczeniowej materiałów eksploatowanych zarówno w warunkach jedno- oraz dwuosiowych obciążeń w podwyższonej temperaturze.

Realizacja kolejnych zadań wynikających z tak nakreślonych badań pozwoliła na wstępnie potwierdzić, że dla materiałów metalicznych niezależnie od przynależności do grupy (stopy aluminium, stale) podwyższona temperatura wywołuje podobne oddziaływanie jak na materiał obciążany cyklicznie. W obu przypadkach, dla określonego przebiegu zmian, następowało obniżenie parametrów wytrzymałościowych wraz ze wzrostem temperatury badanych próbek materiałów .

Otrzymane wyniki potwierdziły potrzebę analizy zmian parametrów pętli histerezy uzyskanych podczas cyklicznego obciążania próbek (EN AW 2024T3) w podwyższonej temperaturze. Porównując przebiegi maksymalnych i minimalnych wartości naprężenia dla każdej analizowanej temperatury, stwierdzono, że różnica wartości bezwzględnych tych naprężeń zmniejsza się wraz ze wzrostem trwałości zmęczeniowej w miarę wzrostu temperatury badanej próbki. Dodatkowo potwierdzono, że efekt cyklicznego umacniania się materiału zmniejsza się wraz ze wzrostem temperatury a wpływ naprężenia średniego na trwałość zmęczeniową wraz ze wzrostem temperatury badania jest większy.

Badania mikroskopowe uwiaryściły miejsca inicjacji pęknięć w postaci pustek wokół wydzielenia faz międzymetalicznych. Przeprowadzone przez Habilitanta analizy wykazują , że na skutek uplastycznienia materiału w wysokiej temperaturze następuje odwarstwienie i przemieszczenie tych fragmentów materiału, w których zachodziło większe odkształcenie.

Występowanie maksymalnych wartości naprężeń normalnych i tnących w tym samym czasie w cyklu obciążenia (przebieg RSO) powoduje, że przełomy zmęczeniowe dla wszystkich zadanych wartości temperatury mają regularne powierzchnie, o niewielkiej wygładzonej teksturze. Pojawiające się uszkodzenia w kierunku działania obciążenia rozciągającego są w tym samym momencie ścinane, co sprawia, że powierzchnia przełomu jest gładka, pozbawiona większych nierówności. Wraz ze wzrostem temperatury badania wysokość nierówności na powierzchni przełomu staje się mniejsza, gdyż materiał robi się bardziej ciągliwy. Natomiast w temperaturze 300°C. charakter przełomu praktycznie nie zależy od sposobu przykładanego obciążenia. Na wszystkich próbkach przełom ma charakter ciągliwy, nie widać miejsc pęknięć pierwotnych, które zostały „zatarte” w trakcie kolejnych

cykli odkształcenia. Można wnioskować, że na skutek uplastycznienia materiału w tej temperaturze następowało odwarstwienie i przemieszczenie fragmentów materiału, w których zachodziło większe odkształcenie. Badania weryfikujące opracowany model pokazują, że w początkowej fazie obciążenia na skutek działania cyklicznych obciążeń z każdym cyklem wymuszenia wysoko amplitudowego następuje stopniowe narastanie uszkodzenia, aż do momentu osiągnięcia przez materiał pewnego stanu granicznego. Po jego przekroczeniu „gęstość uszkodzeń” jest na tyle duża, że materiał nie jest już w stanie przetrwać w bezpieczny sposób zadanego obciążenia. Następuje proces związany z pojawianiem się w materiale mikropęknięć, które prowadzą w dalszej fazie obciążania do gwałtownego narastania uszkodzeń. Przyrastają one już w postępie wykładniczym, aż do momentu wystąpienia pęknięć prowadzących do zniszczenia materiału. Podwyższona temperatura sprzyja kumulacji uszkodzeń poprzez łatwiejsze uplastycznienie materiału - dyslokacje w materiale łatwiej mogą się przemieszczać. Ponadto temperatura materiału zmienia charakter pęknięcia, oraz szybkość jego zniszczenia. Rezultaty wielostronnych badań przeprowadzonych przez Habilitanta stały się podstawą sformułowania empirycznie wspartych modeli, które mogą być wykorzystane do prognozowania trwałości zmęczeniowej stopów metali w podwyższonej temperaturze, umożliwiając, powiązaną z płaszczyzną fizyczną, modyfikację opracowanego wcześniej modelu kumulacji uszkodzeń zmęczeniowych, szczególnie w warunkach podwyższonej temperatury; prognozowanie trwałości zmęczeniowej w odniesieniu do temperatury granicznej (bliskiej temperaturze rekrytalizacji materiału), przy której nie ma on doraźnej wytrzymałości dla analizowanych stopów metali.

Otrzymane wyniki szacowania trwałości zmęczeniowej wyznaczonej za pomocą opracowanych modeli prognostycznych pozwoliły stwierdzić, że proponowane modele umożliwiają wyznaczać trwałości zmęczeniowej w całym zakresie analizowanych obciążeń i temperatury z wymaganą dokładnością.

Habilitant na potrzeby analizy przebiegu procesu kumulacji uszkodzeń zmęczeniowych podczas obciążania próbek w podwyższonej temperaturze, w trakcie procesu cyklicznej deformacji materiału, bada przebieg narastania zmiennej stanu uszkodzenia, która w zależności od rodzaju obciążenia i przebiegu procesu jest zmienną jedno lub dwuwymiarową i odpowiednio odwołuje się do modeli liniowych bądź nieliniowych.

Równocześnie takie ujęcie staje się podstawą do zaproponowania dwuetapowego algorytmu wyznaczania zmian wytrzymałości zmęczeniowej w funkcji zmian temperatury i rodzaju obciążenia. W ten sposób habilitant eksponuje konieczność jakościowo innego ujęcia modeli opisujących fazy ewolucji procesu degradacji zmęczeniowej a szczególnie faz inicjacji i propagacji. Do podobnych wniosków prowadzi badania właściwości wibroakustycznych składowych odpowiednich węzłów kinematycznych systemu mechanicznego.

Osiągnięcia naukowe Habilitanta wsparte są dużą aktywnością badawczą – Kandydat brał udział w wielu projektach badawczych, których celem był rozwój metod detekcji lokalnej, identyfikacji i co szczególnie cenne, predykcji rozwoju uszkodzeń. Należy podkreślić udział Habilitanta w 7 projektach międzynarodowych i krajowych oraz 22 (w siedmiu był kierownikiem) projektach powstałych we współpracy z otoczeniem lub przemysłem. Badania w których brał udział charakteryzują się z jednej strony dużym potencjałem naukowym a równocześnie towarzyszą im ugruntowane zainteresowania aplikacyjne, otwartość na poznanie nowych narzędzi i metod badawczych odnośnie modelowania zjawisk oraz

wykrywania niedostępnej dotychczas informacji o ewolucji procesu zmęczeniowych uszkodzeń w szczególnych wartościach temperatury.

Sumaryczny impact factor według bazy JCR zgodnie z opublikowany w WoS wynosi IF=33,328. Liczba cytowań publikacji według tej samej bazy Web of Science (WoS) – 77 a bez autocytowań 48. Odpowiednio, indeks Hirsch według tej samej bazy wynosi 6. Należy podkreślić wyróżniającą się aktywność i udział w projektach badawczych.

Całościowe zestawienie osiągnięć potwierdza uznanie środowiska naukowego, krajowego i zagranicznego dla prac i wiedzy reprezentowanej przez Habilitanta i może być ważną przesłanką w nawiązywaniu kontaktów oraz kreowaniu wspólnych międzynarodowych projektów.

4. Dorobek dydaktyczny

Również dorobek dydaktyczny Habilitanta zasługuje na uwagę, szczególnie takie osiągnięcia jak: *komputerowo wspomagane projektowanie* (wykład i projekt) -Systemy CAX (wykład i projekt); *Zaawansowane systemy CAX* (wykład i projekt); *Modelowanie wspomagające projektowanie maszyn* (wykład i projekt); *Zintegrowane systemy wytwarzania* (wykład i projekt); *Komputerowa analiza inżynierska* (wykład i projekt); *Projektowanie komponentów mikromaszyn* (wykład i projekt); *Praca przejściowa* (projekt); *Metody doświadczalne w mechanice* (Laboratorium); *CAD/CAM/CAE* (wykład i projekt). Równolegle Habilitant ***prowadził zajęcia dydaktyczne w języku angielskim:*** *Computer modeling of machines design* (wykład i projekt).

Dodatkowo należy podkreślić udział Habilitanta między innymi w szeregu prac nad rozwojem dydaktyki akademickie: W przygotowaniu programu nauczania dla studiów II stopnia *mechanika i budowa maszyn* - dla przedmiotów: *modelowanie wspomagające projektowanie maszyn, zintegrowane systemy wytwarzania*, 2008 r.; Wdrożenie na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej systemu CAX - *CATIA V5* - ujęcie go w programie kształcenia na *kierunku mechanika i budowa maszyn* - 2008 r.; Prowadzenie kursów i szkoleń z grupy programów inżynierskich w ramach Akademii SolidWorks realizowanego przez T-Matic Computer plus Sp. z o.o. Białystok, w latach 2016 -2017 r. - finansowanego z projektu *Urzędu Pracy*; Opracowanie programu nauczania dla nowych studiów podyplomowych realizowanych w Politechnice Białostockiej pt *Zaawansowane systemy CA*; przypisanych do kierunku *mechanika i budowa maszyn* - 2017 r.; Promocja Wydziału Mechanicznego Politechniki Białostockiej na forum szkół, (przeprowadzenie multimedialnych prezentacji dla potencjalnych kandydatów na studia) w latach 2015 - 2016; Opracowanie programu nauczania i prowadzenie kursu: *Modelowanie geometryczne w środowisku oprogramowania CATIA V5*, w ramach realizacji projektu „Wzrost konkurencyjności pogranicza PL-LT poprzez rozwój usług kooperacyjnych i klastrowych” Interreg V-A Litwa-Polska (europejska współpraca terytorialna), 2017 r.; Opracowanie programu nauczania dla słuchaczy Podlaskiej Akademii Młodego Inżyniera realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014-2020 (POWR.03.01.00-00-U104/17-00), w temacie: *Jak to zaprojektować czyli podstawy rysunku komputerowego* - 2018 r..

Był opiekunem naukowym :78 prac dyplomowych magisterskich; 25 prac dyplomowych

inżynierskich; opracował recenzje 46 prac dyplomowych inżynierskich, oraz 8 prac dyplomowych magisterskich. Promotor „Finał Project” dla studentów *ERASMUS 2*

5. Wniosek końcowy

Przestawione do opiniowania osiągnięcie naukowe w postaci cyklu publikacji i przyznanych patentów wykazuje, że dr inż. Jarosław Szusta posiada odpowiednie kwalifikacje naukowe umożliwiające samodzielne prowadzenie badań naukowych. Jego dorobek naukowy-badawczy będący znaczącym wkładem w rozwój mechaniki, a szczególnie wskazany zbiór publikacji, może służyć za podstawę do rozpatrzenia wniosku o nadanie mu stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych.

Na podstawie powyższego stwierdzam, że dr inż. Jarosław Szusta spełnia wymagania wynikające z warunków wymienionych w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2017 poz. 1789) i Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 01 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz.U. 2011 poz. 1165). Uwzględniając całokształt dorobku naukowego wnoszę o uznanie go za podstawę do nadania dr. inż. Jarosławowi Szuscie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie Nauki Techniczne w dyscyplinie „Budowa i Eksploatacja Maszyn” a konsekwencji w dyscyplinie „Inżynieria Mechaniczna”.

