

Lublin 30.04.2024 r.

Prof. dr hab. inż. Tomasz Sadowski, dr h.c.
Profesor zwyczajny
Wydział Budownictwa i Architektury
Politechnika Lubelska w Lublinie

RECENZJA

osiągnięć dr inż. Michał Böhma,
ubiegającego się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego,
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych,
w dyscyplinie „inżynieria mechaniczna”

Recenzja została opracowana na podstawie umowy o dzieło nr 12/DN/24 dołączonej do pisma RR/83/2024 z dnia 25 stycznia 2024 podpisanego przez dr hab. inż. Marcina Lorenca JM Rektora Politechniki Opolskiej oraz Uchwały nr 366 Senatu Politechniki Opolskiej z dnia 24 stycznia 2024r. w dyscyplinie „inżynieria mechaniczna”

1. Ogólna charakterystyka Kandydata

Dr inż. **Michał Böhmm** w 2010 roku uzyskał tytuł mgr inż. na Politechnice Opolskiej, Wydział Mechaniczny, w specjalności: Komputerowe Wspomaganie Projektowania i Badania Maszyn.

W 2014 roku uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie „mechanika” w wyniku obrony rozprawy doktorskiej pt. „Wyznaczanie trwałości materiałów metodą spektralną z uwzględnieniem składowej statycznej”. Promotorem pracy był dr hab. inż. Adam Niesłony, recenzentami pracy: dr hab. inż. Aleksander Karolczuk i dr hab. inż. Bogdan Ligaj. Rada Wydziału Mechanicznego Politechniki Opolskiej zdecydowała o przyznaniu wyróżnienia pracy doktorskiej.

W latach 2012 do 2015 Habilitant był asystentem na Wydziale Mechanicznym Politechniki Opolskiej, gdzie od 2015 r. zatrudniony jest na stanowisku adiunkta.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Dr inż. **Michał Böhm** przedłożył jako swoje osiągnięcie naukowe cykl powiązanych tematycznie ze sobą publikacji naukowych [A1-A12] opublikowanych w czasopismach naukowych w latach 2015-2021. Wymieniony cykl prac została zatytułowany: „*Metody korelacji obciążeń losowych w algorytmach wyznaczania trwałości zmęczeniowej z modyfikacjami w dziedzinie częstotliwości oraz czasu*”. Pierwsza z publikacji przedłożonego cyklu jest pracą autorską, a pozostałe to prace współautorskie, przy czym w dokumentacji wniosku w formie opisowej scharakteryzowano zakres udziału Habilitanta w opracowaniu publikacji, a udział współautorów został potwierdzony ich oświadczeniami.

Oceniany cykl powiązanych tematycznie prac naukowych obejmuje następujące publikacje:

1. [A1] **Michał Böhm**, Adam Niesłony, *Strain-based multiaxial fatigue life evaluation using spectral method, 3rd International Conference on Material and Component Performance Under Variable Amplitude Loading, VAL 2015*, Procedia Engineering 101 (2015) 52 – 60 (artykuł konferencyjny indeksowany w bazie WOS).
2. [A2] Adam Niesłony, **Michał Böhm**, *Frequency-domain fatigue life estimation with mean stress correction*, International Journal of Fatigue 91 (2016) 373–381
3. [A3] **Michał Böhm**, *Fatigue life assessment with the use of spectral method for materials subjected to standardized wind loading spectrums*, Mechatronics Systems and Materials 2018, 4–6 June 2018 Zakopane, Poland, AIP Conference Proceedings 2029, 020005 (2018) (artykuł konferencyjny indeksowany w bazie WOS).
4. [A4] **Michał Böhm**, Mateusz Kowalski, *Fatigue Life Assessment Algorithm Modification in Terms of Taking into Account the Effect of Overloads in the Frequency Domain*, Fatigue Failure and Fracture Mechanics XXVII, AIP Conference Proceedings 2028, 020003 (2018) (artykuł konferencyjny indeksowany w bazie WOS).

5. [A5] **Michał Böhm**, Mateusz Kowalski, *Challenges and new areas of development for the spectral method of fatigue life assessment*, Journal of Machine Construction and Maintenance, ISSN 1232-9312, Instytut Technologii Eksploatacji - Państwowy Instytut Badawczy w Radomiu, nr 2, 2018, ss. 29-35.
6. [A6] **Michał Böhm**, Mateusz Kowalski, Adam Niesłony, *Influence of the Elastoplastic Strain on Fatigue Durability Determined with the Use of the Spectral Method*, Materials 2020, 13, 423.
7. [A7] **Michał Böhm**, Mateusz Kowalski, *Fatigue life estimation of explosive clad transition joints with the use of the spectral method for the case of a random sea state*, Marine Structures 71 (2020) 102739
8. [A8] Adam Niesłony, **Michał Böhm**, Robert Owsiański, *Formulation of multi-axial fatigue failure criteria for spectral method*, International Journal of Fatigue 135 (2020) 105519
9. [A9] **Michał Böhm**, Karolina Głowacka, *Fatigue Life Estimation with Mean Stress Effect Compensation for Lightweight Structures - The Case of GLARE 2 Composite*, Polymers, no. 4, vol.12, 2020, pp. 1-13, DOI:10.3390/polym12020251
10. [A10] **Michał Böhm**, Denis Benasciutti, *A frequency-domain model assessing random loading damage by the strain energy density parameter*, International Journal of Fatigue 146 (2021) 106152
11. [A11] Adam Niesłony, **Michał Böhm**, Robert Owsiański, *Crest factor and kurtosis parameter under vibrational random loading*, International Journal of Fatigue 147 (2021) 106179.
12. Artykuł [A12] **Michał Böhm**, Krzysztof Kluger, Sławomir Pochwała, Mariusz Kupina, *Application of the S-N Curve Mean Stress Correction Model in Terms of Fatigue Life Estimation for Random Torsional Loading for Selected Aluminum Alloys*, Materials 2020, 13, 423.

Przedstawione artykuły z udziałem Kandydata, których wyniki zostały opisane w prezentowanym cyklu publikacji, obejmują zagadnienia naukowe zmierzające do poszerzenia stosowalności metody spektralnej zdefiniowanej w dziedzinie częstotliwości do wyznaczania trwałości zmęczeniowej w aspekcie:

- uwzględnienia wartości średniej obciążenia w procesie wyznaczania trwałości zmęczeniowej w dziedzinie częstotliwości oraz rozszerzenie zaproponowanego modelu na zakres obciążeń skręcających w dziedzinie czasu

- usunięcia ograniczeń stosowalności metod wyznaczania trwałości zdefiniowanych w dziedzinie częstotliwości dla zakresu sprężysto-plastycznego,
- usunięcia ograniczeń związanych z obliczeniami dla przebiegów obciążenia o tzw. nie-gaussowskim rozkładzie prawdopodobieństwa w procesie wyznaczania trwałości zmęczeniowej w dziedzinie częstotliwości,
- usunięcia ograniczeń związanych z analizą przebiegów niestacjonarnych w procesie wyznaczania trwałości zmęczeniowej w dziedzinie częstotliwości w zakresie uwzględniania przeciążeń,
- poszerzenia stosowalności niektórych kryteriów dla zakresu wieloosiowego wyznaczania trwałości zmęczeniowej.

Tak określona tematyka badań wskazuje, że ocena trwałości zmęczeniowej jest bardzo ważnym elementem analiz wytrzymałościowych zarówno nowych materiałów jak i elementów konstrukcji w stanach jednoosiowych i wieloosiowych obciążeń. Szczególnie istotne jest opracowanie metod wyznaczania trwałości dla materiałów stosowanych do lekkich konstrukcji, w tym kompozytowych. Autor modyfikuje istniejące algorytmy wyznaczania trwałości zmęczeniowej z wykorzystaniem metody spektralnej zdefiniowanej w dziedzinie częstotliwości, która jest najefektywniejsza czasowo. Zaproponowane modyfikacje, bądź nowe procedury zostały potwierdzone przez długotrwałe wyniki badań doświadczalnych.

W zakresie wymienionej tematyki Autor postawił sobie ambitny cel i zakres badań podzielony na 8 zadań badawczych:

- cel 1: uwzględnienie wartości średniej obciążenia w procesie wyznaczania trwałości zmęczeniowej w dziedzinie częstotliwości,
- cel 2: rozszerzenie zaproponowanego modelu korekcji wartości średniej na zakres obciążeń skręcających w dziedzinie czasu,
- cel 3: dopełnienie metody spektralnej o odpowiednią korektę z uwagi na odkształcenia plastyczne z możliwością zastosowania dla elementów z karbem,
- cel 4: implementacja metod korekcji naprężeń liniowo-sprężystych do ekwiwalentnych sprężysto-plastycznych do wyznaczania trwałości zmęczeniowej w metodzie spektralnej
- cel 5: rozwinięcie metody spektralnej na zakres przebiegów o nie-gaussowskim rozkładzie prawdopodobieństwa,

- cel 6: rozwinięcie metody spektralnej na zakres przebiegów niestacjonarnych przy określaniu trwałości zmęczeniowej w dziedzinie częstotliwości z uwzględnieniem przeciążeń,
- cel 7: analiza stosowalności wybranych kryteriów w wieloosiowych stanach obciążenia do zagadnienia określania wytrzymałości zmęczeniowej,
- cel 8: analiza możliwości rozszerzenia metod wyznaczania trwałości zmęczeniowej dla przebiegów losowych.

W kontekście wymienionej tematyki wskazano, że ocena trwałości zmęczeniowej jest jednym z ważnych aspektów oceny wytrzymałości elementów konstrukcyjnych. Konieczne jest przeprowadzenie szerokich badań zmęczeniowych zarówno nowych materiałów kompozytowych jak struktury GLARE 2 oraz różnych elementów konstrukcyjnych występujących w praktyce inżynierskiej zarówno w stanach jednoosiowych jak i wieloosiowych obciążeń. Istnieje potrzeba wprowadzania nowych kryteriów dziedziny częstotliwości, jak np. wieloosiowych kryteriów uszkodzenia zmęczeniowego sformułowanych na płaszczyźnie krytycznej (zaproponowane przez Machę) oraz niezmienniki naprężenia (A8). Warto podkreślić sformułowanie nowego modelu oceny uszkodzenia zmęczeniowego zdefiniowanego dla parametru gęstości energii odkształcenia (A10). Bardzo ciekawym przykładem nowoczesnych zastosowań jest ocena wytrzymałości zmęczeniowej łączników spawalniczych wykonanych metodą platerowania wybuchowego w warunkach obciążenia losowego wywołanego obciążeniami fal morskich (A7).

Głównym celem przedstawionego cyklu prac jest *rozszerzenie wykorzystania metody spektralnej zdefiniowanej w dziedzinie częstotliwości* do analizy różnych zagadnień inżynierskich. Stanowiło to główną motywację prac naukowych zrealizowanych z udziałem Habilitanta. Wyniki te zostały opisane w cyklu prac przedstawionych jako osiągnięcie naukowe, a także innych załączonych pracach wykonywanych z Jego udziałem. Tak sformułowany przedmiot badań oraz wyniki zaprezentowane w wymienionych pracach należy uznać za ważny i aktualny w kontekście rozwoju metod badawczych związanych ze zmęczeniem materiałów, a ponadto należy zauważyć użyteczność opracowanej metodyki wyników badań i zaproponowanych modeli opisu charakterystyk zmęczeniowych w zastosowaniach praktycznych.

Zatem należy uznać że przedłożony cykl publikacji zatytułowany: „*Metody korelacji obciążeń losowych w algorytmach wyznaczania trwałości zmęczeniowej z modyfikacjami w dziedzinie częstotliwości oraz czasu*” odpowiednio definiuje obszar zagadnień naukowych, gdzie można określić Jego osiągnięcia badawcze, ważne w kontekście wymagań w przedmiocie wniosku o nadanie Kandydatowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie „inżynieria mechaniczna”.

Habilitant w „Autoreferacie” w sposób właściwy opisał zastosowaną metodykę badań, zagadnienia literaturowe powiązane z podjętą tematyką badawczą i przedstawił podstawowe wyniki wykonywanych z Jego udziałem badań obejmujących sformułowanie nowych modeli charakterystyk zmęczeniowych oraz oryginalnych badań doświadczalnych, co zostało zaprezentowane w przedstawionym do oceny cyklu prac, jako osiągnięcia naukowego. Kandydata także określił Jego indywidualny udział w realizacji prezentowanych badań, przy czym zgodność oświadczeń załączonych przez Habilitanta została potwierdzona podpisami współautorów. W związku z takim szczegółowym opisem w niniejszej recenzji pominięto dokładny opis zawartości wymienionych publikacji. W dalszej części recenzji podkreślono najważniejsze osiągnięcia Kandydata.

Analizując zawartość poszczególnych publikacji przedłożonego cyklu prac można zauważyć istotne osiągnięcia Habilitanta w zakresie rozwoju dyscypliny naukowej: inżynieria mechaniczna w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w ramach której wyznaczono zakres oceny przedłożonego wniosku w postępowaniu habilitacyjnym.

Na podstawie analizy problemów naukowych prezentowanych w ocenianym cyklu publikacji należy stwierdzić, że Kandydat, działając głównie w zespołach badawczych, w tym z Jego dominującym udziałem, uzyskał szereg oryginalnych i wartościowych wyników w modelowaniu teoretycznym wytrzymałości zmęczeniowej, jak i wykazał efekty praktycznych zastosowań. Wykonane badania stanowiły podstawę do zaproponowania efektywnej metodyki badawczej w zakresie wykorzystania metody spektralnej w dziedzinie częstotliwości do wyznaczania trwałości zmęczeniowej. Nowe modele charakterystyk zmęczeniowych poddano weryfikacji doświadczalnej w odniesieniu do wybranych materiałów na stanowiskach badawczych, w tym nowych zmodyfikowanych z autorskim udziałem Kandydata.

Podsumowując powyższe, jako najważniejsze można wymienić następujące szczegółowe osiągnięcia Habilitanta w zakresie wyznaczania trwałości zmęczeniowej:

- rozwój metody spektralnej określonej w dziedzinie częstotliwości poprzez uwzględnienie wartości średniej naprężenia poprzez odpowiednią korekcję gęstości widmowej mocy obciążenia z wykorzystaniem dowolnego modelu kompensującego wartość średnią,
- udoskonalenie algorytmu metody spektralnej dla przypadku odkształceń sprężysto-plastycznych w elementach konstrukcyjnych zawierających karby,
- rozwiązanie problemu z zaburzeniami stacjonarności obciążeń oraz z tzw. nie-Gaussowskim przebiegiem obciążenia w dziedzinie częstotliwości,
- opracowanie nowego modelu kumulacji uszkodzeń zmęczeniowych z wykorzystaniem gęstości widmowej mocy parametru energetycznego,
- rozwinięcie zastosowania metody spektralnej na zakres obciążeń wieloosiowych,
- współpracowanie i wytworzenie innowacyjnego stanowiska do badań zmęczeniowych w stanach wieloosiowych,
- praktyczne zastosowania metody spektralnej do badań materiałów hybrydowych typu GLARE 2 oraz kompozytów tworzonych w procesie detonacji ładunku wybuchowego, tzw. platerowanie wybuchowe.

Warto zaznaczyć, że osiągnięcia te zostały zrealizowane przy zaangażowaniu Kandydata jako głównego wykonawcy formułującego tematykę, realizatora badań, oraz autora redagowanych prac opisujących uzyskane wyniki.

W podsumowaniu trzeba uznać opisane osiągnięcia naukowe jako oryginalny i istotny wkład Kandydata w rozwój dyscypliny naukowej „inżynieria mechaniczna” w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych.

3. Istotna aktywność naukowa

Całościowy dorobek publikacyjny dr inż. **Michał Bóhma** obejmuje 68 artykułów oraz redakcję naukową 2 monografii. W tym po uzyskaniu stopnia doktora – 37 publikacji naukowych, 14 artykułów w czasopismach z bazy JCR. 10 publikacji zostało zaindeksowanych w bazie WoS jako materiały międzynarodowych konferencji. Ponadto Kandydat jest autorem 13 artykułów w czasopismach krajowych oraz 31 rozdziałów w monografiach. Sumaryczny IF dla wszystkich publikacji wynosi 62,274.

Indeks Hirsha według bazy WoS 9 (244 cytowań, 193 bez autocytowań), bazy SCOPUS 10 (316 cytowań, 242 bez autocytowań), bazy Google Scholar 11 (416 cytowań).

Łączna liczba punktów MEiN zgodnie z rokiem publikacji wynosi 1701. Po uzyskaniu stopnie doktora był członkiem redakcji naukowych 2 monografii oraz współautorem 8 referatów opublikowanych w materiałach konferencyjnych indeksowanych w bazie WoS. Opublikował 9 rozdziałów w monografiach naukowych.

Habilitant był recenzentem łącznie 227 prac naukowych w latach 2015-2023 w tak uznanych czasopismach, jak: International Journal of Fatigue, Materials, Metals, Applied Sciences, Polymers i innych.

Obecnie zaangażowany jest w rozwój 4 czasopism naukowych, jak Polymers, Materials, Crystals i Frontiers in Materials jako członek rady recenzentów, czy panelu tematycznego.

Habilitant uczestniczył w realizacji wielu projektów badawczych finansowanych ze środków Narodowego Centrum Nauki (4 projekty, kierownik – 1, wykonawca – 3) , Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (4 projekty, kierownik – 1, wykonawca – 3). Kandydat wykazał udział w 5 programach europejskich lub międzynarodowych. Uczestniczył, między innymi, w projekcie M-ERA.NET 2 pt. *Development of 3D print thermal spray systems for*

application with dynamic and impact loading. Był kierownikiem grantu w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego – Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój pt. *Centrum wiedzy o dostępności i upowszechniania zasad projektowania uniwersalnego w obszarze designu i przedmiotów codziennego użytku*”. Grant realizowany był w latach 2012-2023.

Dr inż. **Michał Bóhm** po uzyskaniu stopnia doktora odbył 12-dniowy staż naukowy w Chemnitz University of Technology współpracując z prof. L.Krollem. Pierwsze wyniki badań zostały przedstawione w postaci referatu na XIX Konferencji Mechaniki Pekania [R1].

Kandydat wykazuje bardzo intensywną współpracę naukową z innymi uczelniami o zasięgu międzynarodowym jak: University of Ferrara – wspólny artykuł [A9] w International Journal of Fatigue, University of West Bohemia – wspólny artykuł w Materials [P1], Research and Testing Institute in Pilzen – artykuł w Materials [P1].

Habilitant współpracował z polskimi przedsiębiorstwami, jak: Spółka AS Nakonieczny Andrzej, Wersako Bartłomiej w Opolu, firmą ZF Automotive Systems Poland Sp. Z o. o., Metalowiec Sp. Z o.o., przedsiębiorstwem MEGA z Nysy.

Podsumowując opisane w tym punkcie wskaźniki w zakresie działalności publikacyjnej, informacje o Jego uczestnictwie w realizacji projektów badawczych oraz współpracy z jednostkami naukowymi, w tym zagranicznymi należy uznać, że istotna aktywność naukowa dr inż. Michał Bóhma spełnia w wystarczającym stopniu wymogi ustawowe w odniesieniu do osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie; „inżynieria mechaniczna” w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych.

4. Inna działalność naukowa, dydaktyczna, zawodowa, organizacyjna oraz współpraca międzynarodowa.

Habilitant podejmował także inne działania we współpracy z następującymi krajowymi jednostkami naukowymi:

- Uniwersytetem Opolskim – w zakresie generacji widm obciążeń dla fal morskich,

- Politechniką Krakowską – w ramach koordynowanego przez siebie projektu pt. *Centrum wiedzy o dostępności i upowszechniania zasad projektowania uniwersalnego w obszarze designu i przedmiotów codziennego użytku*”, (Europejski Fundusz Społeczny – Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój),
- Uniwersytetem Pedagogicznym w Krakowie – projekt pt. *Centrum wiedzy o dostępności i upowszechniania zasad projektowania uniwersalnego w obszarze designu i przedmiotów codziennego użytku*”.

Kandydat wykazuje bardzo intensywną współpracę naukową z innymi uczelniami o zasięgu międzynarodowym, jak: Chemnitz University of Technology (Niemcy), University of Ferrara (Włochy), Perugia University (Włochy), University of West Bohemia (Niemcy), Research and Testing Institute in Pilzen (Czechy), University of Pisa (Włochy).

W zakresie działalności dydaktycznej, od momentu uzyskania stopnia doktora, Habilitant był promotorem 28 prac dyplomowych (17 prac inżynierskich oraz 11 magisterskich). Był recenzentem 12 prac dyplomowych. Jest współautorem skryptu dydaktycznego pt. „Laboratorium z wytrzymałości materiałów” wydanym w 2014 przez Politechnikę Opolską.

Kandydat jest współautorem wdrożenia technologii związanych z opracowaniem nisko-odpadowej techniki platerowania wybuchowego wdrożonej w przedsiębiorstwie EXPLOMET Gałka, Szulc. Wykonał 5 ekspertyz na zamówienie instytucji publicznych i przedsiębiorców.

Habilitant był członkiem komitetów organizacyjnych konferencji: Konferencji Projektowanie dla Wszystkich: Dostępność, Inkluzja i Uniwersalność (2023), XXII i XXVII Konferencji Naukowej Problemy Rozwoju Maszyn Roboczych (2014 i 2019), XXVII Sympozjonu Podstaw Konstrukcji Maszyn (2015).

Dr inż. Michał Bóhm jest członkiem Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej od 2014 roku, a od 2015 r. pełni funkcję sekretarza opolskiego oddziału. Od 2014 r. jest członkiem European Structural Integrity Society, a od 2021 r. pełni funkcję członka Polskiej Grupy Mechaniki Pękania.

Za swoją działalność naukową uzyskał szereg nagród Rektora Politechniki Opolskiej jako doktorant i pracownik Politechniki Opolskiej.

Na podkreślenie zasługuje wyróżnienie – „Outstanding Contribution in Reviewing” otrzymane od edytorów czasopisma International Journal of Fatigue (Elsevier) przyznawane dla najlepszych recenzentów czasopisma (2017r.).

W podsumowaniu stwierdzam, że łączny dorobek dr inż. Michała Bóhma w zakresie innej aktywności obejmującej dydaktykę, działalność zawodową, organizacyjną, współpracę z jednostkami naukowymi i gospodarczymi krajowymi i zagranicznymi wypełnia w wystarczającym stopniu wymagania stawiane osobom wnioskującym o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie „inżynieria mechaniczna” w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych.

5. Wniosek końcowy

Na podstawie analizy otrzymanej do oceny dokumentacji i przedstawionej w punktach 2, 3, 4 mojej oceny, dotyczącej kolejno: osiągnięcia naukowego (cyklu powiązanych tematycznie dwunastu prac opublikowanych w czasopismach naukowych lub materiałach konferencyjnych indeksowanych w WoS), istotnej aktywności naukowej oraz w zakresie innej działalności naukowej, dydaktycznej, zawodowej, organizacyjnej oraz współpracy międzynarodowej dr inż. Michała Bóhma stwierdzam, że oceniony w przedstawionej recenzji dorobek habilitanta osiągnięty po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych dowodzi Jego znacznego wkładu do rozwoju dyscypliny naukowej; „inżynieria mechaniczna” w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych.

Stwierdzam także, że dr inż. Michał Bóhm spełnia w wystarczającym stopniu wymagania określone w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2023 r., poz. 742 ze zm.).

Popieram jednoznacznie wniosek o nadanie dr inż. Michałowi Bóhmowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscypliny naukowej; „inżynieria mechaniczna”.

Tomau Sedowski

