

Prof. dr hab. Józef Horabik
Instytut Agrofizyki PAN
ul. Doświadczalna 4
20-290 Lublin

Lublin, 24.07.2019 r.

RECENZJA
dorobku naukowego i osiągnięcia habilitacyjnego
p.t. „Modelowanie własności tribologicznych wybranych materiałów ziarnistych”
dr inż. Artura Wójcika”

Doktor inż. Artur Wójcik ukończył z wyróżnieniem studia na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej w 2000 r. uzyskując tytuł zawodowy magistra inżyniera na podstawie obronionej pracy magisterskiej pt. „Analiza procesu produkcyjnego łożysk za pomocą metody FMEA”. W tym samym roku rozpoczął studia doktoranckie na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej realizując obowiązki doktoranta w Instytucie Technologii Maszyn i Automatyzacji Produkcji.

Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn uzyskał w 2006 r. na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej na podstawie obronionej rozprawy doktorskiej pt. „Metoda oceny dokładności odwzorowania powierzchni swobodnych w zastosowaniu do inżynierii odwrotnej”, wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Józefa Gawlika. Jeszcze przed obroną pracy doktorskiej podjął pracę w przemyśle, kierując wieloma działami w pionie produkcyjno-technologicznym oraz dwoma dużymi projektami rozwojowo-wdrożeniowymi w zakresie modernizacji lokomotywy spalinowej oraz budowy elektrycznego pojazdu trakcyjnego. Uczestniczył również, z ramienia Zakładów Mechanicznych TARNÓW, w realizacji projektu badawczo-rozwojowego wykonywanego w Wojskowej Akademii Technicznej, dotyczącego opracowania demonstratora technologii nowego Przeciwlotniczego Zestawu Raketowo-Artyleryjskiego. Od 20012 r. zatrudniony jest na stanowisku adiunkta w Katedrze Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki na Wydziale Inżynierii Produkcji i Energetyki Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie.

W pierwszym okresie rozwoju kariery naukowej, podczas studiów doktoranckich, skupiał się na zagadnieniach metrologii współrzędnościowej do oceny dokładności odwzorowań powierzchni swobodnych wytworzonych podczas obróbki skrawaniem. Na badania prowadzone w ramach pracy doktorskiej otrzymał grant promotorski finansowany przez KBN. Następnie, po uzyskaniu stopnia doktora, pracował ponad sześć lat w przemyśle maszynowym, gdzie doskonalił swoją wiedzę teoretyczną i praktyczną w zakresie inżynierii mechanicznej, zarządzając dużej skali produkcją przemysłową. W swojej pracy, naukowej oraz przemysłowej, wykazał się bardzo dużą aktywnością i inicjatywą, a także zaangażowaniem w rozwój własnych kompetencji. Systematycznie doskonalił warsztat naukowy oraz organizacyjny w zakresie doskonalenia produkcji. Uczestniczył w około dwudziestu kursach i szkoleniach zawodowych. Ukończył m.in. podyplomowe Studium Pedagogiczne na Politechnice Krakowskiej.

Za osiągnięcia naukowe otrzymał dwie indywidualne nagrody JM Rektora Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie oraz nagrodę Komitetu Techniki Rolniczej PAN za współautorską monografię.

Recenzja osiągnięcia habilitacyjnego

Przedstawione do oceny osiągnięcie habilitacyjne stanowi cykl dziewięciu powiązanych tematycznie publikacji zatytułowany „Modelowanie własności tribologicznych wybranych materiałów ziarnistych”. W skład tego cyklu wchodzi trzy prace opublikowane w czasopiśmie indeksowanym przez *JCR*, cztery prace opublikowane w krajowym czasopiśmie z wykazu *B MNiSW* oraz dwie prace opublikowane w materiałach konferencyjnych indeksowanych przez *Web of Science*. We wszystkich tych pracach był pierwszym, korespondencyjnym autorem. Średni procentowy udział Habilitanta w opracowaniu cyklu publikacji wynosi ponad 70%. Łączny *Impact Factor* tych czasopism to 6,971. Liczba punktów *MNiSW* cyklu publikacji stanowiących osiągnięcie habilitacyjne wynosi 175. Publikacje te cytowane były 7-krotnie w literaturze światowej.

Celem badań przedstawionych w powyższym zestawie publikacji była analiza zjawiska tarcia materiałów ziarnistych o powierzchnie konstrukcyjne oraz zagadnień pokrewnych. Autor dostrzegając bardzo dużą złożoność oddziaływań biorących udział w procesie tarcia materiałów ziarnistych pochodzenia biologicznego oraz dość ograniczone możliwości adaptacji znanych teorii tarcia, opracowanych dla materiałów konstrukcyjnych, do materiałów pochodzenia biologicznego rozpoczął swoje własne poszukiwania od rozszerzenia typowego zakresu badań zjawiska tarcia o analizę topografii kontaktu w strefie kontaktu ciernego z materiałem konstrukcyjnym. Do tego celu wykorzystał optyczne metody metrologii współrzędnościowej, komputerową analizę obrazu oraz dobrze dobrane statystyczne metody analizy dużych zbiorów danych.

Zbiór publikacji przedstawionych jak osiągnięcie habilitacyjne dotyczy czterech grup zagadnień:

1. doskonalenia optycznych metod pomiaru topografii powierzchni kontaktu ciernego oraz analizy statystycznej dużych zbiorów danych eksperymentalnych,
2. wpływu topografii kontaktu ciernego pomiędzy materiałem ziarnistym a materiałem konstrukcyjnym na proces tarcia,
3. wpływu parametrów materiałowych (wilgotność, rozmiar, kształt) oraz parametrów procesu tarcia (napór, prędkość poślizgu, gęstość upakowanie) na przebieg procesu oraz zróżnicowanie pomiędzy tarciami statycznym i kinetycznym,
4. związku pomiędzy porowatością i kątem naturalnego usypu złoża materiału sypkiego a kątem tarcia wewnętrznego.

Autor wykazał przydatność optycznych metod pomiaru topografii powierzchni bazujących na skanerze optycznym 3D oraz standardowych parametrów struktury powierzchni do określania rzeczywistej powierzchni kontaktu ciernego materiału granularnego z płaską powierzchnią.

Analiza wpływu topografii powierzchni granul na proces tarcia potwierdziła wcześniejsze doniesienia literaturowe na ten temat oraz pozwoliła na wskazanie dwóch parametrów topografii powierzchni kontaktu najsilniej wpływających na wartość współczynnika tarcia i ocenę ich wpływu na siłę tarcia. Zwieńczeniem tych poszukiwań było zaproponowanie skorygowanej formuły tarcia Coulomba, uwzględniającej wpływ wymienionych parametrów topografii powierzchni.

Analiza wpływu parametrów materiałowych oraz parametrów procesu tarcia pozwoliła na doprecyzowanie i dopełnienie nowymi związkami funkcyjnymi wskazywanych wcześniej w literaturze zależności funkcyjnych.

Poszukiwania związku kąta tarcia wewnętrznego z porowatością i kątem naturalnego usypu wykazały dominujący wpływ wilgotności oraz rodzaju materiału sypkiego na wszystkie trzy wymienione parametry materiałowe, pomiędzy którymi określone zostały nieliniowe zależności funkcyjne.

Wartość osiągnięcia podnosi kompleksowość przeprowadzonych badań, poszukiwanie uogólnień, możliwych do sformułowania na podstawie wyników badań własnych oraz szerokiej znajomości literatury. Bardzo pomocne było przy tym umiejętne wykorzystanie nowoczesnych metod metrologii współrzędnościowej oraz komputerowej analizy obrazu do określania topografii powierzchni złoża materiałów ziarnistych.

Wysoko oceniam przeprowadzoną w poszczególnych publikacjach dyskusję oraz porównanie wyników własnych z wynikami badań dostępnymi z literatury. Dyskusja, wpleciona w omówienie wyników badań własnych, podnosi istotnie wartość poszczególnych publikacji, rozszerza dotychczasową interpretację w zakresie wpływu poszczególnych parametrów materiałowych oraz parametrów procesu tarcia na wartość współczynnika tarcia oraz przebieg procesu, wskazuje również nie do końca wyjaśnione zależności. Wnioski wynikają z przeprowadzonych badań i znajdują w nich pełne uzasadnienie.

Podsumowując ocenę osiągnięcia habilitacyjnego stwierdzam, że wyniki badań zawarte w przedstawionym cyklu publikacji wnoszą nowe, istotne informacje do aktualnego stanu wiedzy na temat oddziaływań ciernych pomiędzy złożem roślinnego materiału sypkiego a materiałem konstrukcyjnym. Opublikowane wyniki badań wskazują jednoznacznie na potrzebę poszerzenia zakresu analizowanych czynników, uwzględnianych zwyczajowo podczas badań procesu tarcia, o topografię powierzchni kontaktu ciernego. Autor wykazał, że spośród wielu parametrów stosowanych powszechnie do opisu topografii kontaktu ciernego najbardziej skorelowane z siłą tarcia są dwa parametry: zredukowana wysokość wierzchołków nierówności oraz górny udział materiałowy krzywej nośności powierzchni. Najlepsza zgodność wyników eksperymentalnych z modelowymi uzyskana dla przypadku modelu tarcia Coulomba, zmodyfikowanego poprzez wprowadzenie parametrów topografii powierzchni, potwierdza trafność zaproponowanych rozważań. Wyniki badań wnoszą nowe informacje w zakresie rozpoznania i wyjaśnienia związków pomiędzy topografią powierzchni cierniej a siłą tarcia w zróżnicowanych warunkach obciążenia normalnego oraz wilgotności materiału. Mają także duży potencjał aplikacyjny. Mogą być pomocne w projektowaniu urządzeń do składowania, obróbki, przetwarzania oraz transportowania materiałów sypkich. W przyszłości badania te mogą przyczynić się również do opracowania szybkiej metody porównywania i oceny materiałów ziarnistych różniących się pod względem rozkładu wielkości i kształtu cząstek od materiału odniesienia.

Dorobek naukowy

Dorobek naukowy Habilitanta obejmuje łącznie 50 pozycji publikacyjnych, w tym 6 publikacji w czasopismach umieszczonych na liście JCR, 22 prace w czasopismach znajdujących się na liście B MNiSW, 6 prac opublikowanych w materiałach pokonferencyjnych oraz 16 doniesień konferencyjnych a ponadto 3 raporty z działalności naukowej. Czasopisma z listy JCR, w których Habilitant publikował prace, to: Powder Technology, Measurement oraz Metrology and Measurement Systems. Łączna liczba punktów MNiSW za publikacje, wg wykazu MNiSW z roku ukazania się pracy, łącznie z osiągnięciem habilitacyjnym, wynosi 338. W dorobku współautorskim procentowy udział wkładu Habilitanta w opracowane dzieła mieści się w granicach 10-60%. Liczba cytowań w bazie Web of Science wynosi 6, a indeks Hirsha 2. Sumaryczny impact factor czasopism, w których opublikowane zostały prace, wg listy JCR zgodnie z rokiem opublikowania, wynosi 11,637.

Habilitant prezentował wyniki badań na 16 krajowych oraz międzynarodowych, konferencjach naukowych. Prace były prezentowane na takich konferencjach, jak m.in.: Renewable Energy Sources, Measurement and Quality Control, Jesienna Szkoła Tribologiczna, Measurement in Research and Industry. Uczestniczył w pracach komitetów organizacyjnych 6 międzynarodowych i 2 krajowych konferencji naukowych.

Habilitant brał udział w realizacji 5 projektów: projekt promotorski, trzy projekty wdrożeniowe partnerów przemysłowych i naukowych oraz projekt COST, w którym był członkiem komitetu sterującego. W dwóch projektach był kierownikiem projektu.

Spektrum aktywności naukowej Habilitanta jest zróżnicowane. W głównym nurcie aktywności jest spójne i ukierunkowane na doskonalenie metod metrologii współrzędnościowej oraz komputerowej analizy obrazu do określania topografii powierzchni oraz zastosowanie tych metod do badania zjawisk występujących podczas kontaktu materiału granularnego z materiałami konstrukcyjnymi. Z drugiej zaś drugiej strony, w uzupełniającym nurcie, jest bardzo szerokie i obejmuje aktualne zagadnienia inżynierii rolniczej, materiałoznawstwa, agrofizyki, metrologii oraz komputerowego modelowania i wspomagania procesów decyzyjnych.

W dorobku wyróżnić można kilka obszarów badawczych, do których Autor wniósł znaczący wkład naukowy:

- doskonalenie optycznych metod wyznaczania topografii powierzchni swobodnej złoża materiału sypkiego,
- wykorzystanie metod optyki 3D komputerowej analizy obrazu do wyznaczania kąta naturalnego usypu złoża materiału sypkiego,
- wykorzystanie biomasy na cele energetyczne,
- zastosowanie sztucznych sieci neuronowych do modelowania suszenia biomasy,
- doskonalenie procesów decyzyjnych oraz logistyka w inżynierii rolniczej.

Prace dotyczące wykorzystania biomasy na cele energetyczne podejmują kilka kolejnych, kluczowych etapów produkcji biomasy: począwszy od przetwarzania wstępnego, poprzez suszenie, logistykę i organizację dostaw aż do aspektów ekonomicznych, czyli kompleksowe podejście do zagadnienia produkcji energii z biomasy.

W dorobku tym bardzo wysoko oceniam zaawansowane metodycznie prace dotyczące doskonalenia metod komputerowej rekonstrukcji kształtu powierzchni swobodnych oraz kształtu obiektów 3D pozwalające na poprawę dokładności odwzorowania.

Grupa publikacji dotycząca wykorzystania metrologii współrzędnościowej do badania topografii powierzchni, a w następnej kolejności do określania rzeczywistej powierzchni kontaktu ciernego jest spójna z warsztatem zastosowanym w osiągnięciu habilitacyjnym, co wskazuje na jego systematyczne doskonalenie a także krystalizację zainteresowań naukowych oraz koncepcji badawczych Habilitanta.

Na podkreślenie zasługuje fakt umiejętnego powiązania i wykorzystania bardzo dużego doświadczenia przemysłowego do dojrzałego formułowania problemów badawczych w obszarze nauk podstawowych, skupionego na rozwiązywaniu faktycznych problemów eksploatacyjnych występujących podczas składowania, obróbki i przetwarzania materiałów sypkich. Podejście to, ukształtowane indywidualną drogą rozwoju zawodowego i naukowego - 50% czasu od uzyskania stopnia doktora poświęcone na pracę w przemyśle, zaowocowało wartościowymi efektami naukowymi, opisywanymi co prawda mniejszymi liczbami bibliometrycznymi miarami dorobku naukowego niż zwyczajowo, ale w pełni zrekompensowanymi przemyślaną koncepcją naukową, właściwie ukierunkowaną.

Działalność dydaktyczno-wychowawcza i organizacyjna

Dr inż. Artur Wójcik posiada bogaty dorobek dydaktyczny i organizacyjny. Prowadzi wykłady i ćwiczenia z szerokiego spektrum przedmiotów, takich jak: mechanika, wytrzymałość materiałów, metrologia, informacja techniczna, ochrona własności intelektualnej, pojazdy i układy napędowe, zarządzanie projektem i ryzykiem kapitałowym, przedsiębiorczość produkcji roślin energetycznych. Opracował programy nauczania trzech przedmiotów. Jest pomysłodawcą i autorem programu przedmiotu nauczania techniki obrazowania materii żywej na kierunku Inżynieria Biosystemów. Był sekretarzem Studiów Podyplomowych. Jest członkiem dwóch wydziałowych komisji. Na zaproszenie Wydziału Matematyki i Informatyki Uniwersytetu Jagiellońskiego wygłosił referaty na temat zastosowania metrologii współrzędnościowej w badaniach materiałów biologicznych.

Jest promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim. Był promotorem 7 prac inżynierskich. Odbył jeden krajowy staże naukowe i jeden zagraniczny. Recenzował 10 prac w czasopiśmie krajowych i międzynarodowych.

Aktywnie uczestniczy w życiu naukowym krajowego środowiska naukowego. Aktywnie uczestniczył w organizacji sześciu międzynarodowych i dwóch krajowych konferencji naukowych. Uczestniczył w pracach komitetu redakcyjnego przygotowującego materiały międzynarodowej konferencji Renewable Energy Sources do druku w wydawnictwie Springer oraz materiały Jesiennej Szkoły Tribologii do druku w czasopiśmie Tribologia.

Jest członkiem Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją oraz Polskiego Towarzystwa Tribologicznego.

Wniosek końcowy

Dr inż. Artur Wójcik realizuje ważną, atrakcyjną naukowo oraz istotną z praktycznego punktu widzenia tematykę badawczą. Oryginalny dorobek naukowy Habilitanta dotyczy szeroko rozumianej metrologii i tribologii, a w szczególności następujących grup zagadnień naukowych:

- 1) wykorzystania metrologii współrzędnościowej oraz komputerowej analizy obrazu do określania topografii powierzchni złoza materiałów ziarnistych,
- 2) badania oraz modelowania zjawiska tarcia materiałów ziarnistych pochodzenia roślinnego.

Na podstawie przeprowadzonej analizy całokształtu dorobku naukowego, działalności dydaktyczno-wychowawczej i organizacyjnej oraz dokonanej oceny osiągnięcia habilitacyjnego p.t. „Modelowanie własności tribologicznych wybranych materiałów ziarnistych” uważam, że dorobek naukowy dr inż. Artura Wójcika spełnia wymagania ustawowe. Kandydat posiada bogate doświadczenie dydaktyczne i organizacyjne. Osiągnięcie habilitacyjne podejmuje ważne aspekty naukowe i aplikacyjne w zakresie wykorzystania nowoczesnych metod analizy obrazu do poszerzenia wiedzy na temat elementarnych mechanizmów uczestniczących w tarciu materiałów ziarnistych pochodzenia roślinnego o materiały konstrukcyjne. Wnosi nowe, istotne informacje do aktualnego stanu wiedzy.

Przedstawiona ocena osiągnięcia habilitacyjnego i dorobku naukowego jest dla mnie podstawą do stwierdzenia, że dr inż. Artur Wójcik spełnia wymogi Ustawy z dnia 14.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym. Wniosuję zatem do Rady Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej o przeprowadzenie dalszych etapów przewodu habilitacyjnego dr inż. Artura Wójcika w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.