

Warszawa, 18 kwietnia 2017r.

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

OPINIA
o dorobku i osiągnięciach naukowych
dra inż. Adama Piotra Adamowicza.

Niniejsza recenzja została wykonana na podstawie pisma nr WM-400.4031/3/17 z dn. 03 marca 2017 roku Dziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Białostockiej, prof. dr. hab. inż. Andrzeja Seweryna oraz formalnie przekazanych dokumentów, które zawierają:

- wniosek habilitanta;
- odpis dyplomu;
- autoreferat w języku polskim i angielskim;
- wykaz osiągnięć naukowobadawczych habilitanta w języku polskim i angielskim;
- wykaz dorobku dydaktycznego i popularyzacyjnego oraz współpracy międzynarodowej habilitanta;
- oświadczenia współautorów publikacji;
- dane kontaktowe;
- kopie artykułów stanowiących jedno tematyczny cykl publikacji, wskazanych jako osiągnięcie naukowe, którego tytuł brzmi: "Numeryczne modelowanie procesów cieplnych i mechanicznych zachodzących w elementach ciernych układów hamulcowych".

1. Wstęp

Dr inż. Adam Piotr Adamowicz urodził się w 1973 roku w Narewce. Studia wyższe odbył w Politechnice Białostockiej na Wydziale Mechanicznym. W 2007 roku na wydziale Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej w Warszawie obronił rozprawę doktorską pt. „Modelowanie osobiwych pól naprężeń w zagadnieniach mechaniki kruchej pęknięcia” i na podstawie uchwały Rady Wydziału SiMR otrzymał stopień doktora nauk

technicznych. Od 1998 roku pracuje w Politechnice Białostockiej w Katedrze Konstrukcji Maszyn, najpierw na etacie technicznym, a następnie od roku 2000 na etacie naukowo-dydaktycznym asystenta. Po obronie rozprawy doktorskiej od roku 2007 pracuje na stanowisku adiunkta do chwili obecnej.

Dr inż. Adam Piotr Adamowicz wykazuje dużą aktywność zarówno w swojej pracy badawczej, dydaktycznej jak i działalności w organizacjach i stowarzyszeniach środowiskowych. Między innymi jako wykonawca brał udział w sześciu projektach statutowych, takich jak:

- PB nr W/WM/6/2009: Aktywna termografia podczerwieni jako nieniszcząca metoda badań materiałów, 2009 – 2010r. – wykonawca, 2010 – 2011r. – kierownik;

- PB nr S/WM/2/2008: Metody prognozowania zniszczenia materiałów o złożonych właściwościach termiczno-mechanicznych, 2008 – 2012 – wykonawca;

- PB nr W/WM/17/2010: Wpływ warunków brzegowych na rozkłady temperatury i naprężeń termicznych w modelowaniu procesów cieplnych tarcia, wykonawca;

- PB nr S/WM/1/2013: Zagadnienia mechaniki materiałów niejednorodnych i anizotropowych, od 2013 – wykonawca;

Wykonawca w trzech projektach NCBiR lub NCN:

- w Projekcie NCBiR nr OR00 0029 11 – Autonomiczny, zintegrowany system rozpoznania wykorzystujący autonomiczne platformy latające klasy mikro, 2010 – 2013 r.;

- w Projekcie Narodowego Centrum Nauki nr 2011/01/B/ST8/07446: Analityczne i numeryczne modelowanie procesu nieustalanej generacji ciepła w elementach tarciovych układów hamulcowych, 2011 – 2014 r.;

- w Projekcie badawczym nr 4 T07A 030 28 Kumulacja uszkodzeń i pękanie elementów konstrukcyjnych pod wpływem monotonicznych i cyklicznych obciążeń wieloosiowych.

Koordynował projekt Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego „Uatrakcyjnienie oferty edukacyjnej na kierunkach: Mechanika i Budowa maszyn oraz Automatyka i Robotyka na Wydziale mechanicznym Politechniki Białostockiej; w ramach Poddziałania 4.1.2 „Zwiększenie liczby absolwentów kierunków o kluczowym znaczeniu dla gospodarki opartej na wiedzy”, Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki (2009 – 2013r.). Numer projektu POKL.04.01.02-00-009/09, numer umowy UDA-POKL.04.01.02-00-009/09-00.

Habilitant jest realizatorem konstrukcyjno-technologicznego opracowania i projektu oprzyrządowania technologicznego oraz opracowanie technologii wykonania samolotu bezzałogowego klasy Pingwin, zrealizowanego w ramach projektu NCBiR nr OR00 0029 11 na temat: „Autonomiczny, zintegrowany system rozpoznania wykorzystujący autonomiczne platformy latające klasy mikro”, 2010 – 2013 r.

Dr inż. Adam Piotr Adamowicz jest autorem ekspertyzy wykonanej dla Muzeum Ikon w Supraślu , którą opracował na podstawie badań metodami termografii aktywnej w podczerwieni , dotyczącej stanu Kazańskiej Ikony Matki Bożej (deska, tempera, XIX w., nr inw. MI/I/527) oraz ikony św. Jerzego (deska, XVIII w., nr inw. MI/I/1062)

Habilitant uczestniczy w pracach dwóch wiodących w obszarze mechaniki stowarzyszeń naukowych, a mianowicie w Polskim Towarzystwie Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej (PTMTS) oraz Polskiej Grupie Mechaniki Pęknięcia (ESIS).

Po uzyskaniu stopnia doktora Kandydat opublikował 12 artykułów (5 autorskich i 7 współautorskich) w czasopismach z bazy JCR, których 7 wskazał jako Dzieło Naukowe w postaci cyklu monotematycznego, 7 pozycji publikacji współautorskich w monografiach (4 pozycje), pozostałe w czasopiśmie *Acta Mechanica et Automatica*. Habilitant brał udziału i referował wyniki prac badawczych (autorskich i współautorskich) na 16 konferencjach naukowych, z tego 6 na konferencjach zagranicznych.

Sumaryczny Impact Factor publikacji, których Habilitant jest autorem lub współautorem, według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 15.499. Liczba cytowań publikacji, bez autocytowań Kandydata, według bazy Web of Science (WoS) wynosi 57, a Indeks Hirscha według tej samej bazy wynosi - 5.

Recenzent trzech czasopism, w tym *Acta Mechanica et Automatica* - Białystok University of Technology Publishing Office, ISSN: 1898-4088; *Engineering Failure Analysis* – Elsevier, ISSN: 1350-6307; *Advances in Mechanical Engineering* – SAGE, ISSN: 1687-8140.

Wyróżniony nagrodami zespołowymi w latach 2015, 2014, 2013, 2012, 2007 – Nagroda zespołowa III stopnia Rektora Politechniki Białostockiej za wyróżniającą się działalność naukową oraz indywidualnym stypendium habilitacyjnym Rektora Politechniki Białostockiej (2011/2012r.). W roku 2012 r. odznaczony medalem państwowym – Brązowym Medalem za Długoletnią Służbę.

2. Ocena osiągnięć naukowych Habilitanta

Habilitant przedstawił do oceny osiągnięcie naukowe (art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r.) , które może być podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie Mechanika w postaci zbioru 7 prac (5 samodzielnych i 2 we współautorstwie) w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports pod wspólnym tytułem „Numeryczne modelowanie procesów cieplnych i mechanicznych zachodzących w elementach ciernych układów hamulcowych”.

Zbiór tworzą następujące publikacje:

1. A. Adamowicz, P. Grześ (2011), Analysis of discs brake temperature distribution during single braking under non-axisymmetric load, *Applied Thermal Engineering*, 31 (6-7), P.1003-1012, IF 2010: 1.826 (A. Adamowicz – udział 50%);
2. A. A. Yevtushenko, P. Grześ, A. Adamowicz (2015), Numerical analysis of thermal stresses in disk brakes and clutches (a review), *Numerical Heat Transfer. Part A-Applications*, 67 (2): 170–188, IF 2014: 1.975 (A. Adamowicz – udział 33%);
3. A. Adamowicz (2015), Axisymmetric FE model to analysis of thermal stresses in a brake disk, *Journal of Theoretical and Applied Mechanics*, 53 (2): 357–370, IF 2014: 0.636;
4. A. Adamowicz (2016), Thermal stressed state of a disk in the process of multiple braking, *Materials Science*, 51 (6): 814–820, IF 2015: 0.143;
5. A. Adamowicz (2016), Effect of convective cooling on temperature and thermal stresses in disk during repeated intermittent braking, *Journal of Friction and Wear*, 37 (2): 107–112, IF 2015: 0.400;
6. A. Adamowicz (2016), Finite element analysis of the 3D thermal stress state in a brake disk, *Journal of Theoretical and Applied Mechanics*, 54 (1): 205–218, IF 2015: 0.636;
7. A. Adamowicz (2016), Thermostressed State of a Pad–Disk Tribosystem during Single Braking, ISSN 1068-3666, *Journal of Friction and Wear*, 2017, Vol. 38, No. 2, pp. 150–155. © Allerton Press, Inc., 2017. Original Russian Text © A. Adamowicz, 2017, published in *Trenie i Iznos*, 2017, Vol. 38, No. 2, pp. 144–150.

Aktywność naukowa Habilitanta przejawia się w podejmowaniu prac badawczych z zakresu cieplnych obciążeń tarcz hamulcowych. Autor kreśli zakres badań i analizuje przedstawione w literaturze światowej rezultaty, zwracając uwagę na sposób w jaki podejmowane są próby rozwiązań oraz wpływ przyjmowanych założeń na otrzymanywane wyniki. Przede wszystkim zwraca uwagę, że założenie w modelu numerycznym odnośnie rozkładu ciśnienia kontaktowego ma decydujący wpływ na możliwość otrzymania niezgodnych z rzeczywistością opisów stan termicznych i mechanicznych obciążeń w analizowanych elementach ciernych układu hamulcowego. Podobnie analizuje zagadnienie dominujących składowych tensora naprężeń, zwracając uwagę na znaczenie składowych obwodowych i promieniowych i pomijanie składowych osiowych oraz na wpływ przyjętego rozkładu gęstości strumienia ciepła na powierzchniach ciernych, konieczność analizy zależności współczynnika tarcia i właściwości termofizycznych materiałów ciernych od temperatury panującej w badanym węźle.

W kolejnych pracach podejmuje zagadnienie badania użyteczności metody elementów skończonych w tym porównanie modeli dwuwymiarowych i trójwymiarowych MES, wskazując na ich wady i zalety w analizie pracy układu

hamulcowego, z jednej strony możliwość oceny rozkładu średniej temperatury oraz naprężeń cieplnych a z drugiej brak możliwości obliczenia temperatury maksymalnej w przypadku stosowania modeli dwuwymiarowych. Dla odmiany Habilitant wskazuje na duże możliwości modeli trójwymiarowych MES, mimo zastrzeżeń odnośnie wymaganej mocy obliczeniowej i potrzeby odpowiedniego czasu obliczeniowego. W kolejnych pracach stosując wspomniane modele analizuje przebieg procesu jednokrotnego hamowania ze stałą lub liniowo zmieniającą się prędkością przy równomiernym rozkładzie nacisków kontaktowych.

Cykl uzupełniają prace, w których zaproponowano matematyczny model tarcowego nagrzewania tarczy hamulcowej podczas wielokrotnego hamowania, przy czym założenia podstawowe dotyczące budowy modelu są takie same jak przedstawiono w poprzednim. Pod wpływem działania sił tarcia początkowa prędkość kątowa tarczy hamulcowej zmniejsza się liniowo z czasem do zera w momencie zatrzymania, a podczas rozłączenia nakładki z tarczą, tarcza ponownie osiąga prędkość początkową, po czym następuje kolejne hamowanie. Cały proces składa się z „n” powtórzeń hamowań. W modelu tym założono izolację cieplną wszystkich swobodnych powierzchni tarczy hamulcowej. W wyniku obliczeń otrzymano numeryczny rozkład temperatury w tarczy hamulcowej podczas całego procesu hamowania. Następnie, stan naprężeń został obliczony z rozwiązania brzegowego zagadnienia quasi-statycznej termosprężystości, gdzie obciążenie zostało wyznaczone na podstawie wyznaczonej wcześniej temperatury. Rozwinięcie analiz prowadzonych do tej pory można śledzić w kolejnej pracy, poświęconej badaniu wpływu wymiany konwekcyjnej tak na rozkład temperatur jak i naprężeń cieplnych. Otrzymane rezultaty Autor ujmuje w następujących wnioskach:

- a) w końcowej fazie ostatniego hamowania, maksymalna temperatura powierzchni roboczej występuje na zewnętrznym promieniu bieżni ciernej, a uwzględnienie wymiany konwekcyjnej wpływa na proces szybkiego chłodzenia w rozpatrywanym przedziale czasowym;
- b) oscylacyjny charakter zmiany temperatury, dla każdego cyklu hamowania, przekłada się na zmienność naprężeń cieplnych, natomiast nie stwierdzono w obliczeniach jakościowych zmian intensywności naprężeń cieplnych.

Następnie Habilitant, dla takiego samego układu jak we wcześniejszych pracach, przeprowadza analizę numeryczną przestrzennych rozkładów nieustalanej temperatury i quasi-statycznych naprężeń cieplnych w tarczy hamulcowej, której rezultaty przywodzą Autora do następujących wniosków:

- a) początek procesu kształtuje amplitudę zmian temperatury podczas jednego obrotu tarczy hamulcowej;
- b) maksymalna wartość naprężeń występuje na średnim promieniu bieżni ciernej tarczy hamulcowej;
- c) naprężenia zredukowane Hubera–Misesa gwałtownie rosną na początku procesu i oscylują zgodnie z obrotami tarczy hamulcowej.

W pracy, którą jest ostatni, deklarowany jako element dzieła, artykuł, przedstawiono trójwymiarowe zagadnienia rozkładu temperatury oraz stanu naprężeń w tarczy hamulcowej podczas jednokrotnego hamowania przy założeniu występowania quasi-stacjonarnej niesprężonej termosprężystości dla tarczy hamulcowej ze swobodną wewnętrzną powierzchnią. Stan naprężenia tarczy został ustalony przez numeryczne rozwiązanie odpowiedniego przestrzennego brzegowego zagadnienia teorii sprężystości a całkowite pole naprężeń tarczy zostało zdefiniowane jako suma termosprężystych i sprężystych składników. Na podstawie otrzymanych wyników Autor stwierdza, że największy wpływ na stan naprężeń mają naprężenia cieplne, a największa intensywność naprężeń, zsumowanych mechanicznych i cieplnych, ma miejsce w pobliżu osi symetrii obszaru nagrzewania.

Przyjęta koncepcja cyklu analiz numerycznych jest logiczna i pozwala Habilitantowi badać coraz bardziej skomplikowane modele z wykorzystaniem odpowiednich narzędzi i programów komputerowych.

Habilitant jako osiągnięcie zaprezentował cykl monotematycznych artykułów opublikowanych w renomowanych czasopismach o zasięgu światowym. W pracach tych sięga do coraz bardziej skomplikowanych modeli obciążeń termicznych układów, co pozwala Habilitantowi prowadzić analizy uwzględniające kolejne przybliżenia rzeczywistych konstrukcji układów hamulcowych w procesie hamowania. Zastosowanie prostszego modelu dwuwymiarowego stwarza możliwość szybkiej prognozy rozkładu średniej temperatury i odpowiadających jej naprężeń cieplnych w rozpatrywanej parze ciernej. Natomiast bardziej zaawansowane i pozwalające uwzględnić o wiele więcej parametrów procesu modele trójwymiarowe (3D) MES, z jednej strony wymagają użycia sprzętu o dużo większej mocy obliczeniowej, a także czasochłonnych obliczeń, z drugiej umożliwiają analizę stanu naprężeń nie tylko dla jednego cyklu hamowania, ale także w interesującej badacza, każdej fazie obrotu tarczy. Uwzględnienie przestrzennej zmienności obciążeń cieplnych i towarzyszących im obciążeń mechanicznych stanowi właściwy punkt wyjścia do rozpoczęcia modelowania trwałości zmęczeniowej i rozwoju pęknięć zmęczeniowych powierzchni kontaktowych tarcz hamulcowych.

Całość stanowi właściwą bazę do podjęcia doświadczalnej weryfikacji otrzymanych wyników oraz rozwinięcia, wiążącego się z tym ogromnego potencjału aplikacyjnego, od patentów po wdrożenia w ramach krajowej i międzynarodowej współpracy naukowo-technicznej.

3. Dorobek dydaktyczny

Dorobek dydaktyczny Habilitanta zasługuje na uwagę, szczególnie takie osiągnięcia jak:

- 1) prowadzenie zajęć dydaktycznych (wykłady, projekty, laboratoria) z 14 przedmiotów na kierunkach: mechanika i budowa maszyn, inżynieria biomedyczna oraz kierunku edukacja techniczno-informatyczna, wśród nich takie przedmioty jak:
 - a) zaawansowane techniki programowania – (wykład, projekt) studia drugiego stopnia na kierunkach mechanika i budowa maszyn, inżynieria biomedyczna;
 - b) MES I, MES II – (wykład) studia magisterskie jednolite na kierunku mechanika i budowa maszyn;
 - c) metody komputerowe w mechanice – (wykład, projekt) studia magisterskie jednolite na kierunku mechanika i budowa maszyn;
 - d) programowanie obiektowe;
 - e) komputerowo wspomagane projektowanie CAD.

- 2) O przygotowaniu Autora do prowadzenia zajęć świadczy opracowanie sześciu programów nauczania związanych z przedmiotami, które prowadzi:
 - a) zaawansowane techniki programowania na kierunkach mechanika i budowa maszyn oraz inżynieria biomedyczna studiów stacjonarnych i niestacjonarnych drugiego stopnia (2014 r.);
 - b) metody komputerowe w mechanice na kierunku mechanika i budowa maszyn jednolitych studiów magisterskich (2009 r.);
 - c) zastosowania informatyki na kierunku mechanika i budowa maszyn jednolitych studiów magisterskich (2009 r.);
 - d) programowanie obiektowe na kierunku inżynieria biomedyczna, studia II stopnia (2012);
 - e) sieciowe systemy operacyjne i ochrona danych na kierunku mechanika i budowa maszyn (2009);
 - f) zastosowanie informatyki na tym samym kierunku.

- 3) Realizował zadania promotora z sukcesem w 33 pracach inżynierskich i w 14 pracach magisterskich, realizowanych na różnych kierunkach studiów prowadzonych przez Wydział Mechaniczny Politechniki Białostockiej.

- 4) Jest promotorem pomocniczym w otwartym przewodzie doktorskim mgr inż. Krzysztofa Kochanowskiego, pt. Wyznaczanie dyfuzyjności cieplnej materiałów konstrukcyjnych metodą aktywnej termografii podczerwieni, Wydział Mechaniczny Politechniki Białostockiej, 26.03.2014 r.

- 5) Równocześnie pełnił funkcję opiekuna dydaktycznego studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych pierwszego stopnia na kierunku mechanika i budowa maszyn Wydziału Mechanicznego Politechniki Białostockiej (lata 2008 – 2016).

Należy podkreślić udział Kandydata w programach popularyzacji nauki i rozwoju studenckiego ruchu naukowego:

- W latach 2013 – 2015 współpracuje z wydziałowym Kołem Naukowym Mechaniki i Informatyki Stosowanej, by w roku akademickim 2014/2015 zostać współopiekunem naukowym tego koła.
- Równocześnie od września 2015 zostaje opiekunem naukowego Koła Lotniczego o działającego na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej. Wspiera i organizuje wyprawy studenckie w tym udział w międzynarodowych studenckich zawodach AirCargo Challenge 2013 (Covilha, Portugalia) oraz 2015 (Stuttgart, Niemcy).
- W latach 2014 – 2016 Habilitant współorganizuje cykliczne zawody modelarskich o Puchar Centralnej Europy Modeli Wodnosamolotów.
- Bierze udział w organizacji i prowadzeniu zajęć Białostockiego Uniwersytetu Dziecięcego (2012/2013 r.).
- Organizator cyklu wykładów dla studentów kierunku mechanika i budowa maszyn Wydziału Mechanicznego Politechniki Białostockiej pod hasłem specjalności z przemysłu oraz ludzie nauki dla studentów

4) Wniosek końcowy

Na podstawie podanych w opinii ocen Dzieła Naukowego i dorobku naukowego stwierdzam, że dr inż. Adam Piotr Adamowicz posiada odpowiednie kwalifikacje naukowe umożliwiające samodzielne prowadzenie badań naukowych. Jego dorobek naukowy-badawczy jest znaczącym wkładem w rozwój mechaniki, a w szczególności metod numerycznych w zastosowaniu do badania sprzężonych zjawisk cieplno-mechanicznych a wskazany zbiór publikacji może służyć za podstawę do rozpatrzenia wniosku o nadanie mu stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych.

Wobec spełnienia wszystkich wymogów Ustawy o Tytule i Stopniach Naukowych i Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki stawiam wniosek o dopuszczenie dra inż. Adama Piotra Adamowicza do postępowania habilitacyjnego w dyscyplinie mechanika.

