

OPINIA
o dorobku i osiągnięciach naukowych
dra inż. Piotra Grzesia

Niniejsza recenzja została wykonana na podstawie pisma nr WM-400.4140.18.2019 z upoważnienia Dziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Białostockiej dr. hab. inż. Andrzeja Seweryna oraz formalnie przekazanych dokumentów, do których należą:

1. Informacja o przebiegu pierwszego postępowania habilitacyjnego.
2. Kopia pisma Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów informującego o powołaniu komisji habilitacyjnej w pierwszym postępowaniu habilitacyjnym.
3. Poświadczona kopia dokumentu stwierdzającego posiadanie stopnia doktora.
4. Autoreferat w języku polskim i angielskim.
5. Wykaz osiągnięć naukowo-badawczych habilitanta w języku polskim i angielskim.
6. Wykaz dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej habilitanta w języku polskim i angielskim.
7. Oświadczenia współautorów publikacji.
8. Dane kontaktowe.
9. Kopie artykułów stanowiących jednotematyczny cykl publikacji, wskazanych w autoreferacie jako osiągnięcie naukowe.
10. Wersja elektroniczna przesłanych dokumentów na nośniku CD - 2szt.
11. Monografia pt. Sprzężone modele numeryczne generacji ciepła w hamulcach tarczowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok, 2019.

1. Wstęp

Dr inż. Piotr Grześ urodził się w 1981 roku w Białymstoku. Studia wyższe odbył w Politechnice Białostockiej na Wydziale Mechanicznym. W 2013 roku na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej w Białymstoku obronił rozprawę doktorską pt. *Numeryczne modelowanie procesu nagrzewania tarcowego w układzie tribologicznym nakładka-tarcza z wykorzystaniem metody elementów skończonych*, dyscyplina naukowa *mechanika*, specjalność *metody komputerowe mechaniki*, i na podstawie uchwały Rady Wydziału Mechanicznego PB otrzymał stopień doktora nauk technicznych. Od 2013 roku pracuje w Politechnice Białostockiej w Katedrze Mechaniki i Informatyki Stosowanej na stanowisku adiunkta do chwili obecnej.

Dr inż. Piotr Grześ wykazuje dużą aktywność zarówno w swojej pracy badawczej, dydaktycznej jak i działalności w organizacjach i stowarzyszeniach środowiskowych. Brał udział w międzynarodowej konferencji naukowej: *9th European Solid Mechanics Conference (ESMC 2015)*, July 6 - 10, 2015, Leganes-Madrid, Spain., na której pełnił rolę przewodniczącego sesji. Był członkiem komitetów organizacyjnych międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych: 10th International Symposium on Mechanics of Materials and Structures, June 2-6, 2019, Augustów, Poland; XII Konferencja „Nowe kierunki rozwoju mechaniki”, 22 - 25 marca 2017 r., Białystok - Supraśl.

Członek Polskiego Towarzystwo Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej (PTMTS) od 29 maja 2017 r. oraz European Mechanics Society (EUROMECH) od 1 lipca 2018 r.

Do tej pory nie brał udziału w konsorcjach i sieciach badawczych, nie kierował projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych oraz we współpracy z przedsiębiorcami. Również nie brał udziału w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism. Natomiast, w ramach przygotowania rozprawy brał udział w projekcie badawczym Nr 2011/01/B/ST8/07446, pt. „*Analityczne i numeryczne modelowanie procesu nieustalonej generacji ciepła w elementach tarczowych układów hamulcowych*”, finansowanego w ramach Narodowego Centrum Nauki (Politechnika Białostocka, 2011-2014 r.). W ramach projektu badawczego własnego Nr W/WM/11/2011, finansowanego ze środków służących rozwojowi młodych naukowców, podjął zagadnienia bezpośrednio przedstawione w rozprawie.

Wyróżniony Stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla doktorantów za wybitne osiągnięcia w roku akademickim 2012/2013.

Po uzyskaniu stopnia doktora Kandydat opublikował 16 artykułów w recenzowanych czasopismach naukowych, w tym prace w czasopismach z bazy *Journal Citation Reports (International Communications in Heat and Mass Transfer — 2 prace (IF 2017: 4.463), Applied Thermal Engineering - 3 prace (IF 2017: 3.771), Numerical Heat Transfer, Part A - 3 prace (IF 2017: 2.409), Materials Science - 1 praca (IF 2017: 0.387)*.

Sumaryczny Impact Factor publikacji, w których Habilitant jest autorem lub współautorem, według listy *Journal Citation Reports (JCR)*, zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 42.914; liczba cytowań publikacji, bez autocytowań Kandydata, według bazy *Web of Science (WoS)* wynosi 163, a Indeks Hirscha według tej samej bazy wynosi - 10.

Recenzent pięciu czasopism, w tym sześciu recenzji dla czasopisma *Advances in Mechanical Engineering* ISSN: 1687-8140.

2. Ocena osiągnięcia naukowego Habilitanta

Habilitant przedstawił do oceny osiągnięcia 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 8 publikacji w tym 3 samodzielnych i 5 we współautorstwie) w czasopismach znajdujących się w bazie *Journal Citation Reports*, oraz autorskiej monografii naukowej, pod wspólnym tytułem *Numeryczne modelowanie procesu generacji ciepła w hamulcach tarczowych z uwzględnieniem wzajemnego wpływu mocy tarcia, temperatury, wrażliwości termicznej materiałów i chłodzenia konwekcyjnego*.

Zbiór tworzą następujące publikacje:

- 1) Yevtushenko A. A., Grześ P. (2014), Mutual influence of the velocity and temperature in the axisymmetric FE model of a disc brake, *Int. Commun. Heat Mass Transfer*, 57, 341-346, IF 2014: 2.782 (P. Grześ - udział 50%).
- 2) Yevtushenko A. A., Grześ P. (2015), Effect of dimensions of pad and disk on the temperature and duration of braking, *J. Frict. Wear+*, 36 (4), 280-285, IF: 2015: 0.400 (P. Grześ - udział 75%).
- 3) Yevtushenko A. A., Grześ P. (2015), 3D FE model of frictional heating and wear with a mutual influence of the sliding velocity and temperature in a disc brake, *Int. Commun. Heat Mass Transfer*, 62, 37-44, IF 2015: 2.559 (P. Grześ - udział 50%).
- 4) Yevtushenko A. A., Grześ P. (2015), Maximum temperature in a three-disc thermally nonlinear braking system, *Int. Commun. Heat Mass Transfer*, 68, 291-298, IF 2015: 2.559 (P. Grześ - udział 50%).
- 5) Yevtushenko A. A., Grześ P. (2016), Mutual influence of the sliding velocity and temperature in frictional heating of the thermally nonlinear disc brake, *Int. J. Therm. Sci.*, 102, 254-262, IF 2016: 3.615 (P. Grześ - udział 75%).
- 6) Grześ P. (2017), Determination of the maximum temperature at single braking from the FE solution of heat dynamics of friction and wear system of equations, *Numer. Heat Transfer, Part A*, 71 (7), 737-753, IF 2017: 2.409 (P. Grześ - udział 100%).
- 7) Grześ P. (2018), Finite element solution of the three-dimensional system of equations of heat dynamics of friction and wear during single braking, *Adv. Meeh. Eng.*, 10 (11), 1-15, IF 2017: 0.848 (P. Grześ - udział 100%).
- 8) Grześ P. (2019), Maximum temperature of the disc during repeated braking applications, *Adv. Meeh. Eng.*, 11 (3), 1-13, DOI: 10.1177/1687814019837826, IF 2017: 0.848 (P. Grześ-udział 100%).
- 9) Grześ P., *Sprężone modele numeryczne generacji ciepła w hamulcach tarczowych*, 2019, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, recenzenci prof, dr hab. inż. Tadeusz Burczyński, czł. koresp. PAN, prof, dr hab. inż. Ewa Majchrzak.

Aktywność naukowa Habilitanta przejawia się w podejmowaniu prac badawczych z zakresu 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 otrzymywane wyniki. Przede wszystkim zwraca uwagę, że zawarte w dziele badania prowadzą do rozwiązania ważnego problemu naukowego, jakim jest opracowanie efektywnych modeli numerycznych do wyznaczenia nieustalonego pola temperatury, generowanego podczas pracy tarczowego układu hamulcowego. Stanowi to dla Autora podstawę do wykonania symulacji komputerowej ujmującej tryb pracy hamulca z uwzględnieniem wzajemnego wpływu takich charakterystyk tarcia jak ciśnienie kontaktowe, prędkość pojazdu, temperatura i zużycie. Takie sprzężenie stanowi istotny element w optymalizacji doboru materiałów pary ciernej, zapewniającej zadany poziom niezawodności układu hamulcowego przy znanych wymiarach gabarytowych i warunkach eksploatacji.

Autor zwraca uwagę, że większość znanych z literatury modeli numerycznych opiera się na założeniu, że współczynnik tarcia w procesie hamowania jest stały i obliczony jako wartość średnia, uzyskana w wyniku testów na stabilność cieplną materiałów pary ciernej.

Sposób wyznaczenia kluczowych parametrów procesu hamowania, takich jak prędkość i temperatura w tym ujęciu, zawiera istotne uproszczenie – nie uwzględnia on wzajemnego wpływu tych wielkości. Habilitant wskazuje, że przyjęcie średniej wartości współczynnika tarcia może prowadzić do wyraźnych różnic w wartościach temperatury obliczonej i uzyskanej w drodze pomiarów w badaniach doświadczalnych, co jest szczególnie istotne, przy występowaniu tarcia ze znacznymi ilościami generowanego ciepła i gdy zmiany współczynników tarcia i intensywności zużycia w procesie hamowania wynoszą 200-400% wartości początkowych. Może to prowadzić do zmian kształtu powierzchni kontaktowych, deformacji elementów hamulca, zmian właściwości materiałów, nadmiernego zużycia w strefie kontaktu, niestabilności współczynnika tarcia i momentu hamownia, zmian rozkładu nacisków powierzchniowych i innych dodatkowych procesów degradacji. Szczególną uwagę zwraca Habilitant na możliwość występowania zjawiska niestabilności termosprężystej ciernej (NTC) – powtarzające się cykle lokalnego rozszerzania termicznego materiałów, nagłego wzrostu ciśnienia kontaktowego i temperatury oraz pojawianie się i migracja na powierzchniach ciernych obszarów wysokiej temperatury, tzw. „gorących plam”.

Inaczej, hamowanie jest specyficznym procesem tarcia, w którym zmiany ciśnienia, prędkości, temperatury, oraz współczynnika wymiany ciepła podczas hamowania są ze sobą sprzężone i zależą od tarciovych, mechanicznych i termofizycznych właściwości materiałów, konstrukcyjnych cech hamulca, warunków jego pracy i trybu eksploatacji. Czynnikiem, który wpływa na wspomniane procesy, w tym zmiany właściwości termofizycznych materiałów i geometrycznych cech konstrukcyjnych pary ciernej, jest temperatura.

Autor przeprowadza symulację procesu hamowania z uwzględnieniem wzajemnego wpływu wyżej wymienionych charakterystyk tarcia z wykorzystaniem numerycznego rozwiązania opracowanych układów równań cieplnej dynamiki tarcia i zużycia (CDTZ, gdzie istotą takich układów jest hipoteza o zależności współczynnika tarcia podczas hamowania od temperatury maksymalnej T_{max} , będącej sumą temperatury średniej T_m nominalnego obszaru kontaktu i błysku temperaturowego T_f w rzeczywistym obszarze kontaktu.

W ostatecznym ujęciu Autor przedstawia opis sprzężonych układów równań CDTZ oraz ich rozwiązania z wykorzystaniem współczesnych technik obliczeniowych. Symulacje numeryczne przeprowadzone zostały w ramach jednolitego podejścia według autorskiej metodyki. 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. 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 i umożliwiają analizę pola temperaturowego nie tylko dla jednego cyklu hamowania, ale także w interesującej badacza każdej fazie obrotu tarczy. Dopiero uwzględnienie przestrzennej zmienności obciążeń cieplnych i towarzyszących im obciążeń mechanicznych stanowi dla Habilitanta 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. Ocena zaprezentowanej tematyki osiągnięcia naukowego

Habilitant jako osiągnięcie zaprezentował cykl monotematycznych artykułów opublikowanych w renomowanych czasopismach o zasięgu światowym. W pracach tych przedstawił kolejno coraz bardziej skomplikowane analizy uwzględniające kolejne przybliżenia do rzeczywistych konstrukcji modele dla zagadnienia obciążeń termicznych układów hamulcowych w procesie hamowania. Pierwsze modele bardzo uproszczone pozwalały na wyciąganie dość oczywistych wniosków, ale kolejne bardziej skomplikowane wykorzystujące prace innych autorów i konfrontujące wzajemne rezultaty (są tu elementy procesu walidacji modeli numerycznych) pozwalały na złożone analizy i odpowiednio złożone wnioski. Główną zaletą zastosowania prostszego modelu dwuwymiarowego jest możliwość szybkiej oceny rozkładu średniej temperatury i odpowiadających jej naprężeń cieplnych w rozpatrywanym elemencie ciernym. Znacznie bardziej zaawansowane i pozwalające uwzględnić o wiele więcej parametrów procesu są modele trójwymiarowe (3D) MES. Bez wątplenia największą ich wadą w modelowaniu zagadnień cieplnych tarcia i termosprężystości jest potrzeba dysponowania dużą mocą obliczeniową, a także czasochłonność samych obliczeń. W przeciwieństwie do modelu dwuwymiarowego (osiowosymetrycznego), przestrzenny model obliczeniowy dostarcza ważnych i użytecznych informacji na temat stanu temperaturowego nie tylko dla jednego cyklu hamowania, ale także wyróżnia fazy każdego obrotu tarczy. Model przestrzenny może zostać wykorzystany do przewidywania pęknięć zmęczeniowych w tarczy hamulcowej zachodzących w pobliżu powierzchni kontaktu.

4. Dorobek dydaktyczny

Również dorobek dydaktyczny Habilitanta zasługuje na uwagę, szczególnie prowadzenie zajęć z takich przedmiotów jak:

- *komputerowo wspomagane projektowanie* (wykład i projekt) na kierunku *mechanika i budowa maszyn*, oraz (projekt) – na kierunkach *automatyka i robotyka*, *edukacja techniczno-informatyczna*, *inżynieria biomedyczna*, *mechatronika*, *technika rolnicza i leśna*;
- *metoda elementów skończonych* (projekt) – na kierunku *mechanika i budowa maszyn*;
- *matematyka II* (projekt) — na kierunku *inżynieria biomedyczna*;
- *technologia informacyjna* (projekt) – na kierunkach *inżynieria biomedyczna*, *mechanika i budowa maszyn*;
- *podstawy informatyki* – na kierunku *mechatronika*;
- *systemy CAx* (projekt) – na kierunku *mechatronika*;
- *thermal analysis* (wykład i projekt) – *ERASMUS+*;
- *mathematical modelling of physical problems* (wykład i projekt) – *ERASMUS+*.

Był opiekunem studentów studiów stacjonarnych pierwszego stopnia na kierunku *mechanika i budowa maszyn* Wydziału Mechanicznego Politechniki Białostockiej (od 2014 r. do 2017 r.); promotorem 10 prac dyplomowych realizowanych na kierunkach *mechanika i budowa maszyn* oraz *inżynieria biomedyczna* na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej. Kandydat brał udział w warsztatach: 1) poprawne przygotowanie materiałów

do e-learningu oraz 2) wykorzystanie materiałów do prowadzenia zajęć, Białystok, 22-26 października 2018 r. w ramach projektu „PB2020 - Zintegrowany Program Rozwoju Politechniki Białostockiej” współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego, Program operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój. Oś priorytetowa III. Szkolnictwo wyższe dla gospodarki i rozwoju. Działanie 3.5 Kompleksowe programy szkół wyższych. Reprezentował wydział w Targach Szkół Wyższych - Regionalnych Targach Kariery i Pracy 2018, w Augustowie.

Brał udział w pracach nad programem kształcenia na kierunku *automatyka i robotyka* w ramach realizacji projektu „PB2020-Zintegrowany Program Rozwoju PB”, nr umowy POWR.03.05.00-00-Z220/17 od 1 maja 2018 roku do 31 maja 2018 roku.

Autor programów nauczania z przedmiotów:

- *komputerowo wspomagane projektowanie* na kierunku *mechanika i budowa maszyn* studiów niestacjonarnych pierwszego stopnia (2016/2017);
- *thermal analysis* (analizy cieplne) – ERASMUS+;
- *mathematical modelling of physical problems* (modelowanie matematyczne procesów fizycznych) – ERASMUS+.

Pełni funkcję promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim mgr inż. Piotra Wasilewskiego, nt. *Badania doświadczalne i modelowanie numeryczne rozkładu temperatury w układach hamulcowych pojazdów szynowych*, wszczętym na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej w dniu 24.05.2017 r.

Nie był na stażu ani w zagranicznych ani w krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich. Nie wykonywał do tej pory zamówionych ekspertyz ani innych opracowań na zamówienie.

W ramach działalności popularyzacyjnej współpracował hasło encyklopedyczne skierowane do studentów, badaczy i inżynierów:

Yevtushenko A. A., and Grześ P. (2014), FEM-modeling of frictional heating during braking, in R. B. Hetnarski, *Encyclopedia of Thermal Stresses*, 4, Springer Science+Business Media, Dordrecht, Netherlands, 1561-1569. DOI: 10.1007/978-94-007-2739-7 731.

5. Wniosek końcowy

Przedstawiony do oceny dorobek naukowo badawczy dr. inż. Piotra Grzesia wykazuje jednoznacznie, że Habilitant wnosi znaczący wkład w dyscyplinę naukową Mechanika, w szczególności w metody komputerowe mechaniki. Recenzent uważa, że oryginalny dorobek Habilitanta przedstawiony w publikacjach przedstawionych jako monotematyczny cykl będący Osiągnięciem Naukowym wskazuje na dojrzałość badawczą i osiągniętą pozycję naukową Habilitanta. Dorobek dydaktyczny dr inż. P. Grzesia jest znacznie przekraczający wymagania. Jego zaangażowanie dydaktyczne wyrażone różnorodnością prowadzonych przedmiotów i opracowanych programów nauczania oraz wystarczająco dokumentuje jego osiągnięcia dydaktyczne.

Uważam, że Habilitant całokształtem swojej działalności przedstawionym w załączonej do wniosku dokumentacji udowodnił zarówno swój oryginalny wkład w naukę jak i swoją dojrzałość badawczą, a także umiejętności współpracy w zespołach.

W związku z powyższym stwierdzam, że całokształt dorobku dr inż. Piotra Grzesia zgodnie z Ustawą o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 (z późniejszymi zmianami) oraz „Rozporządzeniem Ministra do Spraw Nauki i Szkolnictwa Wyższego” (1.09.2011) spełnia wymagania i może być podstawą do ubiegania się przez dr. inż. Piotra Grzesia o stopień naukowy doktora habilitowanego w dyscyplinie Mechanika.

