

Gliwice 24 lutego 2020

Przewodniczący Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna
Prof. dr hab. inż. Michał Wasilczuk
Politechnika Gdańska
Wydział Mechaniczny
ul. Gabriela Narutowicza 11/12
80-233 Gdańsk

Szanowny Panie Przewodniczący,

W odpowiedzi na pismo l.dz. 018/WM/2020 przesyłam ocenę dorobku naukowego i osiągnięć dr. inż. Tomasza Muszyńskiego ubiegającego się o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego.

Miło mi zakomunikować, że mimo pewnych niedociągnięć w dorobku naukowym i organizacyjnym Kandydata, uznałem że dr inż. Tomasz Muszyński spełnia ustawowe wymagania stawiane osobom chcącym uzyskać habilitację.

Z poważaniem



Ryszard Białecki



Politechnika
Śląska



Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki
Katedra Techniki Ciepłej

prof. dr hab inż.

Ryszard Białecki

członek korespondent PAN

Gliwice 24 lutego 2020

Ocena osiągnięcia naukowego zatytułowanego

Zastosowanie konstrukcyjnych i eksploatacyjnych metod zwiększania obciążalności cieplnej z przeznaczeniem dla aparatury procesowej i energetycznej
oraz aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej doktora inżyniera
Tomasza Muszyńskiego,
ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Przedstawiona ocena została opracowana na podstawie dokumentów dostarczonych za pośrednictwem Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Gdańskiej prof. dr hab. inż. Michała Wasilczuka, przez Centralną Komisję do Spraw Stopni i Tytułów. Zestaw tych dokumentów obejmuje:

1. Kopii dyplomu uzyskania stopnia naukowego doktora nauk technicznych
2. Autoreferatu w wersji polskiej i angielskiej
3. Wykazu opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacja o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki
4. Kopie dokumentów poświadczających pozostałe osiągnięcia
5. Prace wchodzące w skład osiągnięcia
6. Oświadczeń współautorów prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego
7. Kopii cyklu 16 publikacji przedstawionych jako osiągnięcie naukowe
8. Danych kontaktowych

Dokumenty w punkcie drugim i trzecim dostarczono także w wersji angielskiej. Obok wersji papierowej, otrzymałem także wersję elektroniczną dokumentacji na dysku CD.

1. CHARAKTERYSTYKA SYLWETKI NAUKOWEJ HABILITANTA

1.1. Wykształcenie, przebieg pracy zawodowej

Kandydat ukończył w 2007 roku studia magisterskie na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn w specjalności Systemy i Urządzenia Energetyki Ciepłej.

Politechnika Śląska

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Katedra Techniki Ciepłej

ul. Konarskiego 22, pok. 210,

44-100 Gliwice

+48 32 237 2953

ryszard.bialecki@polsl.pl

NIP 631 020 07 36

ING Bank Śląski S.A. o/Gliwice 60 1050 1230 1000 0002 0211 3056



W roku 2013 zdobył stopień doktora nauk technicznych broniąc w roku 2011 rozprawy pt. *Chłodzenie powierzchni za pomocą modułów mikrostrugowych*. Promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Dariusz Mikielewicz. Przez cały okres swej działalności zawodowej Habilitant był, i nadal jest, związany z Politechniką Gdańską. Habilitant zdobywał dodatkowe kwalifikacje na studiach podyplomowych. Ukończył kursy *Zarządzania projektami* na macierzystej uczelni oraz *Menadżera projektu badawczo rozwojowego* w Wyższej Szkole Bankowej.

Kandydat odbył dłuższe naukowe staże za granicą (aplikant nie podaje łącznej długości tych staży)

- Norwegian University of Science and Technology (NTNU) w latach 2014-2019
- Reykjavik University w latach 2014-2017.

W latach 2014/2016 odbył także staż w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN

1.2. Badania i dorobek publikacyjny

Tematyka badań Kandydata jest szeroka. W głównym nurcie jego aktywności naukowej znajdują się zagadnienia związane z intensyfikacją wymiany ciepła w wymiennikach. W szczególności Habilitant analizował, będące kontynuacją jego pracy doktorskiej, zagadnienia wymiennika mikrostrugowego. Wiele uwagi poświęcił badaniom przepływów wielofazowych, rozwijaniu powierzchni wymiany ciepła oraz równoczesnym stosowaniem różnych sposobów intensyfikacji wymiany ciepła. Zagadnienia te zostały przedstawione jako osiągnięcie naukowe w procesie ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.

Równolegle do tych działań, Habilitant prowadził badania w obszarze wykorzystania ciepła odpadowego, między innymi przez pompy ciepła oraz wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii.

Najczęściej używaną metodą badawczą stosowaną przez Habilitanta jest eksperyment i proste, inżynierskie techniki obliczeniowe. W kilku przypadkach stosował także symulacje komputerowe wykorzystujące technikę CFD.

Zwraca uwagę duża liczba prac opublikowanych w czasopiśmie krajowych adresowanych głównie do pracowników przemysłu i intensywna współpraca Kandydata z przemysłem.

Habilitant podaje w swoim autoreferacie, że jest autorem i współautorem łącznie 81 różnych publikacji. Poniższa tabela podaje międzynarodowy odbiór jego prac w chwili pisanie tej recenzji

Baza	Liczba pozycji	Liczba cytowań	Cytowania bez autocytowań	Indeks Hirscha	Indeks Hirscha, bez autocytowań
Scopus	25	196	66	9	6
Web of Science	19	165	79	9	bd
Google Scholar	92	274	bd	10	bd

Zwraca uwagę duży udział autocytowań w ogólnej liczbie referencji do jego prac. Niewątpliwie, zdecydowana większość publikacji każdego naukowca ma swoje źródło w wcześniej wykonanych badaniach. W przypadku Habilitanta powoływanie się na własne prace stanowi 2/3 wszystkich cytowań Kandydata, co należy uznać za udział nieproporcjonalnie wysoki. Warto jednak podkreślić, że nawet nie uwzględniając autocytowań, osiągnięte wskaźniki są lepsze niż zwyczajowe normy przyjęte przy ocenie dorobku habilitantów.

Kandydat jest autorem dwóch i współautorem trzech zgłoszeń patentowych.

Habilitant przedstawił 9 referatów na konferencjach naukowych. Brał udział w dwóch konferencjach naukowych poza granicami Polski a także dwóch międzynarodowych konferencjach na terenie naszego kraju i dwóch konferencjach krajowych.

1.3. Uznanie w środowisku naukowym

Habilitant jest rozpoznawalny wśród międzynarodowej społeczności naukowej, czego dowodem jest zaproszenie go jako redaktora specjalnego zeszytu w czasopiśmie Journal of Aerospace Engineering (IF 0.429, 2018), a także wykonanie recenzji dla 10 czasopism (wśród nich 9 należy do grupy posiadającej Impact Factor).

Wyróżnienia krajowe mają mniejszy zasięg i w praktyce ograniczają się do nagród Rektora Politechniki Gdańskiej oraz wygłoszenia referatu plenarnego na konferencji międzynarodowej odbywającej się w Polsce. Habilitant jest członkiem Rady Naukowo Programowej Polskiego Stowarzyszenia Pomp Ciepła.

1.4. Fundusze badawcze, kierowanie zespołami badawczymi

Kandydat nie ma znaczących osiągnięć w kierowaniu i pozyskiwaniu funduszy badawczych, kierował jedynie dwoma projektami statutowymi. Brał natomiast udział, jako wykonawca, w projekcie ramowym (FP7) i projekcie międzynarodowym (Interreg Baltic Sea).

Kandydat jest promotorem pomocniczym w jednym przewodzie doktorskim.

1.5. Osiągnięcia dydaktyczne

opracował wykłady dla studentów studiów pierwszego i drugiego stopnia, poza tym prowadził ćwiczenia tablicowe, projekty i laboratoria. Lista opracowanych i prowadzonych zajęć obejmuje wykłady

1. Metody komputerowe w technice cieplnej (+laboratorium)
2. Komputerowe modelowanie systemów energetycznych (+laboratorium)
3. Termodynamika procesów nierównowagowych (+ćwiczenia tablicowe)
4. Selected aspects of numerical methods (+laboratorium)
5. Podstawy termodynamiki i wymiany ciepła (+ćwiczenia tablicowe)
6. Fundamentals of thermodynamics and heat transfer (+ćwiczenia tablicowe)
7. Numerical modelling in flow system design (+projekt)

Ponadto prowadził ćwiczenia i laboratoria z innych czterech przedmiotów

Habilitant aktywnie uczestniczył w tworzeniu kilku stanowisk laboratoryjnych używanych w dydaktyce.

Ze swymi studentami opublikował dwie prace w znanych krajowych czasopismach naukowo technicznych. Był opiekunem 11 prac inżynierskich i jednej magisterskiej. Sprawował opiekę nad dwoma zagranicznymi stypendystami programu Erasmus+.

1.6. Osiągnięcia organizacyjne

Habilitant brał udział w organizacji jednej konferencji jest członkiem stowarzyszenia non-profit działającego w obszarze rozwoju pomp ciepła. Został powołany jako redaktor gościnny znanego czasopisma naukowego. Zrealizował dwie ekspertyzy na rzecz gospodarki.

1.7. Podsumowanie

Dr inż. Tomasz Muszyński prowadzi badania głównie w dziedzinie wymiany ciepła, ale także w pokrewnych obszarach techniki cieplnej. W swych badaniach posługuje się głównie metodami eksperymentalnymi, prowadzonymi na dobrym poziomie. Mniejszą wagę przywiązuje do technik obliczeniowych. Ma znaczący dorobek publikacyjny w czasopismach międzynarodowych, nie zanedbuje także publikowania w czasopismach polskich, których czytelnikami są głównie praktycy. Prace zyskały znaczną liczbę cytowań, choć 2/3 z nich to autocytowania.

Jest rozpoznawalnym naukowcem na forum międzynarodowym.

Ma niewielkie doświadczenie w kierowaniu zespołem badawczym, co w polskich warunkach jest dla pracowników ze stopniem doktora, niestety powszechne. Jako wykonawca brał udział w wielu projektach badawczych, w tym także międzynarodowych. Ta aktywność zdecydowanie wykracza ponad średnią dla naukowców na jego etapie rozwoju kariery.

W dziedzinie dydaktyki wykazuje ponadprzeciętne zaangażowanie w opracowywanie nowych wykładów. Ma sukcesy we włączaniu studentów do prac badawczych.

Nie wykazuje szczególnej aktywności w pracach organizacyjnych.

2. OCENA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

Habilitant przedstawił jako swoje osiągnięcie naukowe cykl 11 publikacji w czasopismach. Sześć prac spośród przedstawionych publikowana była w prestiżowych periodykach o wysokich wskaźnikach bibliometrycznych (IF rzędu 3), pięć ukazało się w czasopismach lub materiałach bez wskaźnika IF. Sumaryczny stopień wpływu (Impact Factor) tych prac wynosi 20.16, a liczba punktów wg poprzedniej listy MNiSW 295. Używając aktualnie obowiązującej punktacji MNiSW sześć artykułów ukazało się w czasopismach ze wskaźnikiem 140pkt, dwa w czasopiśmie, któremu przyznano 40pkt a trzy w niepunktowanych materiałach konferencyjnych.

2.1 Istotność podjętej tematyki

Przedmiotem badań Autora we wszystkich tych pracach są procesy transportu ciepła i pędu w wymiennikach ciepła w kontekście intensyfikacji wymiany ciepła. Kompozycja osiągnięcia naukowego jest nieco sztuczna, bowiem relacja oporów przepływu przy wrzeniu (pozycje A1-A4, A9) z intensyfikacją wymiany ciepła przez uderzenie strugą (A5-A8) oraz zawirowaniem (A10-A11), nie jest oczywista.

Sama tematyka prac stanowiących osiągnięcie naukowe jest jednak bezsprzecznie istotna z praktycznego punktu widzenia. Zmniejszenie wymiaru wymienników ciepła a zwłaszcza ich miniaturyzacja, to kierunki badań i zastosowań będące obecnie obiektem zainteresowań wielu ośrodków naukowych.

Dzięki zmniejszeniu wymiarów, redukowany jest koszt inwestycyjny aparatury. Sieci wymienników ciepła stanowią istotną składową większości instalacji w przemyśle chemicznym, energetyce i wielu innych gałęziach przemysłu. Nawet niewielkie oszczędności uzyskane na poziomie jednego wymiennika ciepła, przekładają się na poważne zyski w skali przedsiębiorstwa. W kontekście miniaturyzacji wielu urządzeń, w szczególności elektronicznych, istnieje potrzeba miniaturyzacji wymienników.

Przedstawione prace Habilitanta stanowią istotny przyczynek do redukcji kosztów inwestycyjnych oraz stworzenia miniaturowych wymienników ciepła.

Opis zjawisk zachodzących w wymiennikach ciepła w przypadku wrzenia i intensywnej turbulencji wymaga, ze względu na występujące nieliniowe procesy nierównowagowe (wrzenie), oraz złożone struktury turbulencji, zastosowania skomplikowanych technik pomiarowych i obliczeniowych.

Podjęta przez Habilitanta problematyka jest istotna z punktu widzenia przyszłych zastosowań praktycznych i wymagająca pod względem stosowanych technik badawczych. Nie ulega więc wątpliwości, że podjęta tematyka badań została obrana właściwie.

2.1. Warsztat naukowy

W recenzowanym cyklu publikacji rozwiązywano kilka problemów cząstkowych. Stworzono korelacje współczynników oporu dla wrzenia dla szerokiego zakresu gęstości strumienia masy dla przepływów adiabatycznych i diatermicznych. Opracowano także korelacje dla współczynników wnikania ciepła w przypadku wymienników mikrostrumieniowych i wymienników ze zwiększoną turbulizacją przepływu. W pracach analizowano także współczynniki oporu w takich wymiennikach. W niektórych pracach zastosowano także prostą analizę ekonomiczną opłacalności modyfikacji wymienników.

Habilitant bardzo dobrze opanował metody eksperymentalne wymiany ciepła. Stworzył własne instalacje doświadczalne wyposażone w system pomiarowy i nowoczesny system akwizycji danych opartych o aplikację LabView. Przy opracowaniu wyników stosował zalecane techniki szacowania niepewności. Niewątpliwie, w dziedzinie metod eksperymentalnych Kandydat może być uważany za eksperta. Badania eksperymentalne wymagają przeszukania przestrzeni parametrów. Habilitant próbuje tę przestrzeń w sposób nie do końca przemyślany. Gdyby w programowaniu doświadczeń zastosowano metody planowania doświadczeń, można było osiągnąć podobne wyniki znacznie mniejszym nakładem pracy.

W pracach zawartych w ocenianym osiągnięciu naukowym Kandydat stosuje klasyczne metody modelowania, nie wychodząc poza metody średniej logarytmicznej różnicy temperatur i efektywności wymienników. Wyniki badania spadków ciśnienia i strumieni wymienionego ciepła przedstawia w postaci równań kryterialnych, dobierając ich współczynniki technikami dopasowania, często nie podając parametrów pozwalających ocenić jakość dopasowania.

Prace Habilitanta zyskałyby znacznie na wartości, gdyby wyniki eksperymentów porównywał z modelami CFD. Dotyczy to w szczególności przepływów jednofazowych. Stworzenie modeli numerycznych pozwoliłoby lepiej zrozumieć przebieg procesów przez możliwość wyznaczania wartości lokalnych. Brak analizy numerycznej w pracach dziwi, bowiem Habilitant stosował już te techniki w pracach niezaliczonych do osiągnięcia naukowego.

Ważną częścią warsztatu naukowego jest także umiejętność jasnego opisu badań. Czytając recenzowane prace, nie ma wątpliwości, że Kandydat opanował tę trudną sztukę. Znalazłem natomiast w pracach Habilitanta kilka przypadków, w których cytował nieprecyzyjnie literaturę.

2.2. Najważniejsze wyniki badawcze

Cykl prac, przedstawiony jako osiągnięcie naukowe Habilitanta, zawiera wartościowe informacje mające cechy nowości naukowej

- stanowisko pomiarowe do wyznaczania spadku ciśnienia w przepływach z wrzeniem
- instalacje pomiarowe do wyznaczania wymiany ciepła i spadku ciśnienia w wymiennikach mikrostrugowych i w wymiennikach ze zwiększonym stopniem turbulencji
- wyposażenie stanowisk w oryginalne systemy akwizycji danych
- baza danych pomiarowych dotyczących przepływów z wrzeniem, wymianie ciepła w obecności mikrostrug i zwiększonej turbulencji
- równania kryterialne dotyczące współczynników oporu przepływu przepływów w rurze poziomej w obecności wrzenia i współczynników wnikania ciepła w wymiennikach mikrostrugowych i przepływach ze zwiększoną turbulencją
- analiza opłacalności intensyfikacji turbulencji w wymiennikach, w szczególności porównanie wpływu zakrzywienia rury i turbulizatorów

2.3. Uwagi krytyczne i dyskusyjne

Przewodnik po pracach stanowiących osiągnięcie naukowe jest napisany przejrzysto, z dużą dbałością o stronę estetyczną. Znalazłem jednak kilka drobnych błędów i nieścisłości w tym dokumencie

- Rys 3, równanie 2, brak definicji parametru x (stopnia suchości).
- Co oznacza wyrażenie *spadek ciśnienia pędu*? (str 16)
- Co miał na myśli Autor pisząc (str 16) *Wyniki przeprowadzonych badań i analiz [A2] pokazują, że różnice między korelacjami na stopień zapełnienia są niewielkie, jednak przez uwikłanie w równaniu (2) istotne staje się dokonanie wyboru w tym zakresie*. O jaki wybór chodzi?
- Skąd wiadomo, że model proponowany przez Habilitanta (rys 11-13) jest lepszy od równań Thomego i Zhanga Webba? Czy oprócz oceny optycznej oceniono ilościowe jakości aproksymacji?

Wszystkie publikacje cyklu przedstawionego jako osiągnięcie naukowe, poddane były ocenie wielu kompetentnych recenzentów. W treści tych artykułów dostrzegłem jednak dość liczne błędy. Kilka z nich przytaczam poniżej:

- Pozycja [A2] rysunki 16,17,18 są identyczne, choć przedstawiają porównanie eksperymentu Autorów z korelacjami różnych autorów

- Rysunek 6 [A2] i rysunek 2 [A1] powinny przedstawiać te same dane. Wizualnie można dostrzec niewielkie różnicę w położeniu punktów pochodzących z eksperymentu Autorów w obu wykresach.
- [A5] str. 109, [A6] str. 787. Twierdzenie *Therefore the heat transfer coefficient is a linear function of volumetric flow rate of cold fluid*; jest nieprawdziwe. Współczynnik ten zależy od strumienia objętościowego podniesionego do potęgi n
- [A5] rys 7 i 8. Strumień objętościowy oznaczono przez w_h^n na rysunku, podczas gdy w tekście i we wzorach wielkość tę oznaczano przez $\dot{V}^n$
- [A5] wzór 10 – współczynnik wnikania oznaczono przez α_2 , podczas gdy we wzorze (6) Autorzy stosują oznaczenie α_h
- O ile w wymienniku rurowym [A6] zastosowano liczne dysze, dzięki czemu można uśrednić współczynnik wnikania ciepła na powierzchnię, to w wymienniku płaskim [A5] zastosowano tylko cztery dysze. W takim przypadku wpływ odległości dysz od ścianek bocznych może być znaczący.
- W wymienniku płaskim [A5] średnicę dyszy i odległość dyszy od powierzchni odniesiono do zastępczej średnicy powierzchni zwilżonej (str. 111). Z tę powierzchnię przyjęto całą powierzchnię wymiany ciepła (4cm^2) (str 1080 co wydaje się nielogiczne. Każda z dysz ma ograniczony zakres oddziaływania.
- Porównania w tablicy 2 zawierają liczne nieścisłości. Prawie wszystkie cytowane prace dotyczą przypadku pojedynczego strumienia, a nie układu dysz. Stąd mogą się brać tak znaczne odstępstwa otrzymanych wyników od opublikowanych korelacji. W przeprowadzonym przeglądzie literatury, Habilitant nie wykazał się odpowiednią starannością.
 - Wzór Martina [18] obowiązuje dla pojedynczej dyszy, R jest promieniem powierzchni, na które uśredniano wartość współczynnika wnikania ciepła
 - Wzór Li i Garimelli [19] nie występuje w cytowanej pracy
 - Wzór Wen i Jang [20] obowiązuje dla pojedynczej dyszy. $d/2$ oznacza średnicę obszaru na którym uśredniano wartość współczynnika wnikania ciepła
 - Wzór Lytle'sa i Webba [22] obowiązuje dla współczynnika wnikania ciepła w punkcie stagnacji.

3. WNIOSEK KOŃCOWY

Dr inż. Tomasz Muszyński ma znaczące osiągnięcia w dziedzinie nauki. Jest uznanym ekspertem w dziedzinie metod eksperymentalnych, stosowanych w wymianie ciepła, w szczególności w badaniach dotyczących wymienników ciepła. Habilitant zdobył już pewną pozycję w świecie naukowym w kraju i zagranicą. Ma także znaczące osiągnięcia dydaktyczne.

Przedstawiony cykl publikacji dotyczy istotnych problemów praktycznych i teoretycznych. Przy formułowaniu i realizacji założonego programu badań, Habilitant wykazał się pomysłowością w projektowaniu instalacji badawczych i systemów pomiarowych. Modele stosowane w tym cyklu należą do technik konwencjonalnych. W publikacjach niezaliczonych do osiągnięcia naukowego, Kandydat stosował bardziej wyszukane metody np. CFD.

Prace Habilitanta prezentują odpowiedni poziom merytoryczny i wnoszą wkład w rozwój dyscypliny naukowej mechanika i eksploatacja maszyn (inżynierii mechanicznej). Uznaję, że

spełnione są ustawowe warunki wymagane do dopuszczenia dr. inż. Tomasza Muszyńskiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego i wnioskuję o takie dopuszczenie.



Ryszard Białecki