

RECENZJA

Osiągnięcia naukowego dr inż. Tomasza Muszyńskiego

„Zastosowanie konstrukcyjnych i eksploatacyjnych metod zwiększania obciążalności cieplnej z przeznaczeniem dla aparatury procesowej i energetycznej”

oraz

całokształtu dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego Habilitanta

Podstawę opracowania recenzji stanowią:

- pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Gdańskiej Prof. dr. hab. inż. Michała Wasilczuka z dnia 08.01.2020,
- dokumenty dołączone do wniosku dr inż. Tomasza Muszyńskiego (kopia dyplomu doktora nauk technicznych; autoreferat; wykaz opublikowanych prac naukowych oraz informacja o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki; kopie dokumentów poświadczających pozostałe osiągnięcia; kopie publikacji będących podstawą osiągnięcia naukowego zgłoszonego do postępowania habilitacyjnego; oświadczenia współautorów; dane kontaktowe).

1. Informacje ogólne

Dr inż. Tomasz Muszyński jest absolwentem Politechniki Gdańskiej gdzie w roku 2007 uzyskał stopień magistra inżyniera na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn natomiast w roku 2013 doktoryzował się w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn, po obronie rozprawy „Chłodzenie powierzchni za pomocą modułów mikrostrugowych”. Również w roku 2013 rozpoczął pracę na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej na stanowisku asystenta, od roku 2014 – adiunkta. W latach 2015-2016 pracował w Instytucie Maszyn Przepływowych na stanowisku specjalisty. Odbył studia podyplomowe Zarządzanie Projektami (Politechnika Gdańska) oraz Menadżer Projektu Badawczo-Rozwojowego (Wyższa Szkoła Bankowa w Gdańsku). Zarówno tematyka doktoratu jak i uzupełniające

studia podyplomowe oraz odbyte staże zagraniczne, w szczególności w NTNU w Trondheim, stanowią dobrą podstawę formułowania tematów badawczych dotyczących szerokokorozumianych zagadnień związanych z wymianą ciepła, prowadzenia badań eksperymentalnych oraz upowszechniania uzyskanych wyników.

Materiał przedstawiony do oceny jest przygotowany starannie, w sposób czytelny i bardzo dobrze uporządkowany.

2. Ocena osiągnięcia naukowego „Zastosowanie konstrukcyjnych i eksploatacyjnych metod zwiększania obciążalności cieplnej z przeznaczeniem dla aparatury procesowej i energetycznej” przedstawionego przez dr. inż. Tomasza Muszyńskiego jako osiągnięcie naukowe w rozumieniu art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 z późn. zm.).

Na przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe składa się cykl **11** publikacji, w tym **6** artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach o wysokim współczynniku IF oraz **5** publikacji w czasopismach i materiałach konferencyjnych wyróżnionych w bazie JCR. Prace dotyczą zagadnień intensyfikacji procesów wymiany ciepła i tym samym poprawy efektywności wymienników ciepła.

Wymiana ciepła jest obecna w każdym urządzeniu, w którym zachodzą jakiegokolwiek procesy konwersji energii i informacji, co wynika wprost z II Zasady Termodynamiki. Miniaturyzacja wielu urządzeń cieplnych oraz upowszechnianie się technologii gromadzenia i przetwarzania informacji wymaga budowy coraz bardziej efektywnych wymienników ciepła, charakteryzujących się coraz mniejszymi rozmiarami. Stąd rozwiązania techniczne pozwalające na intensyfikację wymiany ciepła przy zachowaniu stosunkowo niewielkich rozmiarów wymienników mają duży potencjał aplikacyjny. W szczególności przepływy dwufazowe, charakteryzujące się zmianą fazy, umożliwiają intensyfikację strumienia ciepła przekazywanego płynowi w wymienniku ciepła. Przepływy te charakteryzują się różnymi strukturami, zależnymi od intensywności strumienia cieplnego oraz stopnia suchości pary. Habilitant przedstawił eksperymentalne i modelowe rozwiązanie problemu oporów przepływu dwufazowego czynnika chłodniczego R134a przez wymiennik ciepła. W zastosowanym stanowisku badawczym połączył możliwość równoczesnego kształtowania struktury przepływu dwufazowego, jej wizualizacji oraz pomiarów spadków ciśnień w adiabatycznej części wymiennika. Zweryfikował mapę struktur przepływu dwufazowego w zależności od stopnia suchości pary. Zaproponował modyfikację modelu matematycznego spadku ciśnienia przepływów dwufazowych w wymienniku ciepła poprzez poprawiony opis fizyki członu wynikającego z przyspieszenia kropel fazy ciekłej porrywanych do rdzenia przepływu. Bardzo istotnym elementem przeprowadzonych badań są zgromadzone dane doświadczalne, na które składają się setki punktów pomiarowych.

Wyniki prac są istotne zarówno dla systemów chłodzenia wykorzystujących czynniki chłodnicze, ale również w instalacjach zgazowywania LNG, systemach chłodzenia reaktorów, układach ORC i wielu innych aplikacjach. Cennym elementem wykonanych prac jest bogaty materiał doświadczalny, pozwalający zarówno na weryfikacje modeli opracowanych przez Habilitanta, jak i na ich wykorzystanie przez innych ośrodki badające wymianę ciepła w

przepływach dwufazowych. Problemy powiązane z przepływami dwufazowymi w wymiennikach ciepła zostały przedstawione w pięciu z jedenastu publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe.

Pozostałe prace dotyczą intensyfikacji wymiany ciepła w przepływach jednofazowych z dominującym konwekcyjnym mechanizmem przekazywania ciepła. Dotyczy to np. odbioru ciepła od spalin, podobne problemy występują również w niektórych typach rekuperacyjnych wymienników kriogenicznych. Habilitant zaproponował oryginalne konstrukcje turbolizatorów przepływu wykorzystujące strugi zaburzające przepływy w kanałach wymiennika ciepła. Wymienniki z mikrostrugami charakteryzują się modułową budową, mogą być miniaturyzowane. Autor opracował empiryczną formułę kryterialną pozwalającą na dość dobre wyznaczenie współczynnika ciepła, ponad 75% danych eksperymentalnych mieści się w zakresie +/- 25% wartości obliczonej. Podsumowując wyniki prac nad wymiennikami ciepła z mikrostrugami, Habilitant stwierdza, że współczynniki przejmowania ciepła były jednak znacznie niższe od wyników modelowych i danych literaturowych.

W dalszej części swoich prac Habilitant skupił się na metodach intensyfikacji wymiany ciepła poprzez wprowadzanie do wymienników ciepła elementów zrywających warstwę przyścienną, rozwijających powierzchnie wymiany ciepła czy generujące wiry i zawirowania. Uzyskał poprawę wymiany ciepła bez istotnego wzrostu spadków ciśnienia. Przeprowadził analizę ekonomiczną wskazującą na zasadność stosowania proponowanych rozwiązań turbulizujących przepływ w rurowych, prostych lub wygiętych, wymiennikach ciepła. Ze względu na niewielkie wzrosty oporów przepływu, proponowane metody ingerujące w charakter przepływu jednofazowego w wymienniku ciepła, mają zarówno sens techniczny jak i ekonomiczny.

Za najbardziej wartościowe elementy przedstawionego do oceny dorobku naukowego uważam:

- opracowanie i przeprowadzenie eksperymentu pozwalającego na określenie spadków ciśnień przepływów dwufazowych czynników niskowrzących, weryfikacja mapy struktur takich przepływów, wyjaśnienie rozbieżności pomiędzy teoretycznymi i eksperymentalnymi wartościami spadków ciśnień w przepływach dwufazowych,
- modele matematyczne spadków ciśnienia w przepływach dwufazowych,
- analizę oraz weryfikację metod intensyfikacji wymiany ciepła w wymiennikach z przepływem jednofazowym, przeprowadzenie eksperymentów i propozycja opisów analitycznych badanych zjawisk, krytyczna analiza rozwiązań konstrukcyjnych mających na celu intensyfikację wymiany ciepła (mikrostrug, turbolizatorów, modyfikacji powierzchni),
- zgromadzenie zbioru danych doświadczalnych pozwalających na weryfikację własnych modeli matematycznych oraz dostępnych dla innych ośrodków badawczych

Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe zostało bardzo dobrze udokumentowane w cyklu 11 anglojęzycznych publikacji, w większości wieloautorskich, ale powstałych z inspiracji i przy wiodącym udziale Habilitanta. Publikacje są spójne i komplementarne.

Łączny IF tych publikacji wynosi 20,16.

3. Ocena całkowitego dorobku naukowego, dorobku dydaktycznego oraz działalności organizacyjnej i popularyzatorskiej dr inż. Tomasza Muszyńskiego.

Przedstawiona przez Habilitanta seria publikacji składających się na wyodrębnione osiągnięcie naukowe jest spójna z jego pozostałym dorobkiem. W swojej pracy badawczej dr inż. Tomasz Muszyński zajmował się intensyfikacją wymiany ciepła w wymiennikach, optymalizacją matryc mikrostrug, spiralnymi wymiennikami ciepła, wpływem własności czynników chłodniczych na parametry pracy pomp ciepła, wymiennikami ciepła o różnej geometrii. Jest niewątpliwie zdolnym eksperymentatorem i inicjatorem prac badawczych.

Dr inż. Tomasz Muszyński jest autorem bądź współautorem 23 publikacji recenzowanych, w tym 11 wchodzących skład osiągnięcia naukowego. Sumaryczny współczynnik oddziaływania IF wg listy Journal Citation Reports, po uzyskaniu stopnia doktora inżyniera wynosi 41,66, natomiast w obszarze osiągnięcia badawczego 20,16. Prace były cytowane 131 razy (wg WoS), z czego w obszarze osiągnięcia badawczego 41 razy. Wg Google Scholar prace dr. Muszyńskiego były cytowane 281 razy (na dzień 7.04.2020).

Dr inż. Tomasz Muszyński jest autorem bądź współautorem 40 innych prac oraz 5 patentów. Kierował dwoma projektami w ramach działalności statutowej Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej.

Brał udział jako wykonawca w 5 projektach badawczych, finansowanych przede wszystkim ze źródeł międzynarodowych.

Wygłosił 9 referatów na konferencjach o zasięgu międzynarodowy, jest członkiem komitetów naukowych konferencji, reprezentował IMP PAN oraz reprezentuje Politechnikę Gdańską w międzynarodowych konsorcjach badawczych.

Habilitant prowadził wszystkie formy zajęć dydaktycznych, w tym wykłady i laboratoria w języku angielskim. Był promotorem kilkunastu prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich. Jest promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim.

Odbył cykle staży naukowych w dwóch ośrodkach zagranicznych – Norwegian University of Science and Technology w Trondheim oraz Reykjavik University. W Polsce. Poza Politechniką Gdańską pracował w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN.

Recenzował około 60 artykułów w zagranicznych czasopiśmie związanych z tematyką wymiany ciepła i konwersji energii, co świadczy o rozpoznawalności Habilitanta w międzynarodowym środowisku.

4. Ocena całościowa i wnioski końcowe

Przedstawiony dr inż. Tomasza Muszyńskiego cykl publikacji składający się na osiągnięcie naukowe „**Zastosowanie konstrukcyjnych i eksploatacyjnych metod zwiększania obciążalności cieplnej z przeznaczeniem dla aparatury procesowej i energetycznej**” stanowi wg mnie istotny i znaczący wkład w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn. Rezultaty przeprowadzonych badań eksperymentalnych oraz ich opracowanie jak również zaproponowane modele matematyczne pozwalają na projektowanie nowej generacji wymienników ciepła charakteryzujących się

dużą intensyfikacją wymiany ciepła, podatnych na miniaturyzację i o dużym potencjale aplikacyjnym.

Wniosek habilitacyjny dr inż. Tomasza Muszyńskiego spełnia wymagania Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o „Stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki” wraz z późniejszymi zmianami.

Wniosek o nadanie dr inż. Tomaszowi Muszyńskiemu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk chemicznych w dyscyplinie chemia, popieram i uważam za w pełni uzasadniony.

Równocześnie wnioskuję o dopuszczenie dr inż. Tomasza Muszyńskiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

M. Chorwacki