

Prof. dr hab. inż. Dawid Taler
Wydział Inżynierii Środowiska
Politechnika Krakowska
ul. Warszawska 24
31-155 Kraków

Kraków, 02.01.2018 r.

Recenzja
rozprawy habilitacyjnej oraz ocena dorobku naukowego dr inż. Jana Wajsa

1. Przebieg kariery zawodowej Kandydata

Dr inż. Jan Wajs urodził się dnia 21 maja 1975 roku w Prabutach. Studia magisterskie na kierunku Mechanika i budowa maszyn w specjalności Systemy, maszyny i urządzenia energetyczne ukończył w 2000 roku. Pracę doktorską pt. „Ruch pęcherzyka w obecności ścianki w warunkach przepływu dwufazowego” obronił w 2007 roku na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej. Promotorem w przewodzie doktorskim był prof. Dariusz Mikielwicz z Politechniki Gdańskiej, a recenzentami byli - prof. Jan Stąsiek z Politechniki Gdańskiej oraz prof. Janusz Terpiłowski z Wojskowej Akademii Technicznej.

2. Recenzja osiągnięcia naukowego

Osiągnięcie naukowe dr inż. Jana Wajsa pt. „Wysokosprawne wymienniki ciepła dla termodynamicznych obiegów ORC w oparciu o badania konwekcyjnej wymiany ciepła w minikanalach,, obejmuje:

- cykl pięciu współautorskich publikacji w czasopismach z bazy JCR (lista A wg MNiSW), takich jak: Heat Transfer Engineering (2), International Journal of Refrigeration (1), Applied Thermal Engineering (1) oraz Experimental Thermal and Fluid Science (1).

Są to następujące prace:

1. Wajs J., Mikielwicz D., Fornalik-Wajs E., Bajor M., 2017, High performance tubular heat exchanger with minijet heat transfer enhancement, Heat Transfer Engineering, udział habilitanta 70%,
2. Mikielwicz D., Wajs J., Andrzejczyk R., Klugman M., 2016, Pressure drop of HFE7000 and HFE7100 during flow condensation in minichannels, International Journal of Refrigeration, vol. 68, pp. 226-241, udział habilitanta 35%,
3. Wajs J., Mikielwicz D., 2016, Influence of metallic porous microlayer on pressure drop and heat transfer of stainless steel plate heat exchanger, Applied Thermal Engineering, vol. 93, pp. 1337-1346, udział habilitanta 80%,
4. Mikielwicz D., Wajs J., Gliński M., Zrooga A-B.R.S., 2013, Experimental investigation of dryout of SES 36, R134a, R123 and ethanol in vertical small diameter tubes, Experimental Thermal and Fluid Science, vol. 44, pp. 556-564, udział habilitanta 40%,

5. Mikielewicz D., Klugman M., Wajs J., 2012, Experimental investigation of M-shape heat transfer coefficient distribution of R123 flow boiling in small-diameter tubes, *Heat Transfer Engineering*, vol. 33, no.7, pp. 584-595, udział habilitanta: 35%.
- pięć publikacji z listy B w tym, trzy współautorskie artykuły w *Archives of Thermodynamics*, jeden w *Journal of Physics, Conference Series* oraz jeden w *Journal of Power Technologies*; udział habilitanta wynosi 80% w dwóch artykułach oraz 70% w trzech pozostałych.
 - jedną monografię współautorską (wspólnie z Prof. Dariuszem Mikielewiczem) o objętości 135 stron pt. „Wybrane zagadnienia projektowania mikrostrugowych wymienników ciepła” wydaną przez Wydawnictwo IMP PAN w Gdańsku w 2015 roku, udział habilitanta 70%.
 - jedną współautorską publikację konferencyjną z konferencji ICHMT 2009 w Hammamet, udział habilitanta 40%.
 - jeden współautorski patent krajowy PL 224494 oraz jedno współautorskie, europejskie zgłoszenie patentowe EP 3067652 A1, udział habilitanta odpowiednio 70 i 80%.
 - dwa współautorskie osiągnięcia konstrukcyjne: „Mikrosiłownia parowa ORC zintegrowana z domowym kotłem gazowym” oraz „Innowacyjna konstrukcja płaszczowo-rurowego wymiennika ciepła z technologią mikrostrugową”; udział habilitanta 50% w pierwszym osiągnięciu oraz 70% w drugim; osiągnięcia uhonorowane zostały odpowiednio srebrnym i złotym medalem w kategorii Innowacje 2014 i 2015, odpowiednio na 10 i 11 Targach „Technicon Innowacje 2014,, i „Technicon Innowacje 2015,,.

Przedmiotem publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego było opracowanie metod wyznaczania współczynnika wnikania ciepła i strat ciśnienia występujących w minikanalach podczas wymuszonego przepływu dwufazowego, pod kątem zastosowania otrzymanych korelacji w kompaktowych wymiennikach ciepła stosowanych w mikrosiłowniach parowych.

Dr inż. Jan Wajs przeprowadził badania przepływowe i cieplne przepływu mieszaniny dwufazowej w minikanalach. Badane były czynniki organiczne pod kątem ich użycia w mikrosiłowniach ORC (Organic Rankine Cycle), które mogłyby być zastosowane w gospodarstwach domowych.

Habilitant opracował metody wyznaczania integralnych charakterystyk cieplno-przepływowych dla przepływu z wrzeniem i kondensacją w rurach. Opracował pół-empiryczny dyssypacyjny model matematyczny procesu wrzenia w parownikach instalacji ORC oraz uogólnił model zjawiska kondensacji w minikanalach uwzględniając wpływ efektów nieadiabatycznych. Jest współautorem matematycznego opisu wysychania filmu cieczowego na ścianie minikanatu. Zaprojektował wysokosprawne kompaktowe wymienniki ciepła, takie jak: parownik, skraplacz i regeneratorski dla mikrosiłowni parowej ORC.

Wyniki badań uzyskane przez habilitanta, jak również jego projekty, stanowiły wkład habilitanta do konstrukcji i budowy mikrosiłowni parowej ORC do zastosowań w gospodarstwach domowych i małych przedsiębiorstwach.

Do głównych osiągnięć dr inż. Jana Wajsa zaliczyłbym:

- współautorstwo mikrosiłowni parowej ORC zasilanej spalinami wylotowymi z domowego kotła gazowego, w której habilitant zastosował kompaktowe wymienniki ciepła własnej konstrukcji z minikanalami,

- zastosowanie kamery termowizyjnej do bezkontaktowego pomiaru temperatury zewnętrznej powierzchni kanału w celu precyzyjnej lokalizacji kryzysu wrzenia typu dryout,
- opracowanie 5-cio równaniowego modelu kryzysu wrzenia typu dryout bazującego na równaniach zachowania masy, pędu i energii,
- opracowanie metody pomiaru lokalnego współczynnika wnikania ciepła podczas kondensacji w minikanalach,
- opracowanie koncentrycznego rurowego wymiennika ciepła oraz płaszczowo-rurowego wymiennika ciepła, w którym czynnik doprowadzany do perforowanej rury środkowej przepływa przez otwory promieniowe i uderza w wewnętrzną powierzchnię koncentrycznej rury zewnętrznej. Strugi płynu napływające na wewnętrzną powierzchnię zewnętrznej rury koncentrycznej przyczyniają się do intensyfikacji wymiany ciepła na tej powierzchni (wzrasta współczynnik wnikania ciepła na wewnętrznej powierzchni rury opływanej drugim z czynników na jej powierzchni zewnętrznej). Opłacalność stosowania tego typu wymienników wymaga jednak dokładniejszej analizy ekonomicznej z uwagi większe koszty produkcji wymiennika oraz na znaczny wzrost spadku ciśnienia po stronie czynnika rozdzielanego na małe strugi,
- udział w opracowaniu płytowego wymiennika ciepła z minikanalami,
- badania eksperymentalne intensyfikacji wymiany ciepła w płytowych wymiennikach (stosowanych w obiegach ORC) o podwyższonej chropowatości powierzchni płyt,
- budowę i ciągły rozwój stanowiska badawczego oraz opracowanie metodyki badawczej do prowadzenia kompleksowych badań wrzenia i kondensacji w minikanalach.

3. Recenzja istotnej aktywności naukowej

Dr inż. Jan Wajs, oprócz osiągnięcia naukowego, ma istotny dorobek naukowo-badawczy obejmujący :

3.1 Zastosowania niskotemperaturowego obiegu ORC do odzysku ciepła odpadowego w cieplnych blokach energetycznych, takich jak blok z turbiną gazową, blok parowo-gazowy, elektrociepłownia z silnikiem spalinowym zasilanym biogazem oraz w ciepłowni miejskiej opalanej węglem. Dr inż. Jan Wajs jest autorem koncepcji i projektu wielofunkcyjnego demonstracyjno-badawczego stanowiska z niskotemperaturowym obiegiem ORC. Stanowisko umożliwia ocenę efektywności jednoczesnej współpracy obiegu ORC z kilkoma zewnętrznymi źródłami ciepła odpadowego. Kandydat przeprowadził również rozruch instalacji badawczej oraz przeprowadził badania eksperymentalne.

3.2 Budowę i badania kolektorów słonecznych oraz hybrydowych ogniw fotowoltaicznych. Uczestniczył w badaniach prototypu kolektora słonecznego z poliwęglanu komorowego. Oryginalność rozwiązania polegała na jednoczesnym wykorzystaniu poliwęglanu jako pokrycia dachowego oraz kolektora słonecznego. Habilitant jest również współautorem nowego układu do odśnieżania i oczyszczania płaskich kolektorów słonecznych lub ogniw fotowoltaicznych, który został opatentowany. Od 2015 roku dr inż. Jan Wajs prowadzi prace projektowo-badawcze nad układami PVT, głównie w zakresie wykorzystania dachówek fotowoltaicznych do produkcji energii elektrycznej i ciepła. Badania obejmują analizę wpływu chłodzenia fotoogniwa na jego charakterystykę elektryczną.

Badania chłodzenia dachówek za pomocą powietrza przeprowadzone zostały w laboratorium przy zastosowaniu halogenowego źródła światła jak i warunkach naturalnych.

- 3.3 Rozwój zintegrowanych systemów dla energetyki rozproszonej. Wspólnie z partnerem przemysłowym opracował koncepcję inteligentnego gniazda energetycznego o znamionowej mocy elektrycznej wynoszącej 3 kW, które może być wykorzystane do zasilania pasywnych obiektów mieszkalnych, obiektów rekreacyjno-wypoczynkowych, jachtów, i łodzi. Elementami systemu są elektrolizer, magazyn wodoru, ogniwa PVT, akumulator ciepła wykorzystujący ciepło przemian fazowych materiału oraz wysokotemperaturowa pompa ciepła.

Łączny dorobek naukowy Kandydata po uzyskaniu stopnia naukowego doktora obejmuje:

- 9 współautorskich artykułów w czasopismach z listy JCR, takich jak: Applied Thermal Engineering (1), International Journal of Thermal Sciences (1), International Journal of Refrigeration (1), Energy (1), Heat Transfer Engineering (2), Experimental Thermal and Fluid Science (1), Polish Maritime Research (1) oraz Heat Transfer Research (1). Pięć współautorskich artykułów opublikowanych w czasopismach: Applied Thermal Engineering (2016), International Journal of Refrigeration (2016), Experimental Thermal and Fluid Science (2013) oraz Heat Transfer Engineering (2012 i 2017) wchodzi w skład głównego osiągnięcia naukowego.
- 18 współautorskich artykułów w czasopismach z listy B, w tym 9 artykułów indeksowanych w bazie Web of Science, takich jak: Journal of Physics, Conference Series (2), MATEC Web of Conferences (1), Key Engineering Materials (2), Archives of Thermodynamics (3) oraz Journal of Power Technologies (1). Pięć artykułów wchodzi w skład głównego osiągnięcia naukowego.
- 7 współautorskich artykułów w innych czasopismach.
- 3 współautorskie patenty i 2 współautorskie wzory przemysłowe.
- 2 zgłoszenia patentowe krajowe i 1 zgłoszenie patentowe europejskie.
- 44 współautorskie, recenzowane referaty na konferencjach o zasięgu międzynarodowym; przeważająca większość konferencji odbyła się zagranicą.
- 11 współautorskich, recenzowanych referatów na konferencjach o zasięgu krajowym.
- 3 współautorskie monografie w języku polskim wydane przez Wydawnictwo Instytutu Maszyn Przepływowych PAN, z których jedna wchodzi w skład osiągnięcia naukowego.
- 6 opublikowanych referatów w książkach pokonferencyjnych.

Dr inż. Jan Wajs był kierownikiem trzech projektów badawczych oraz wykonawcą w 8 innych projektach.

Recenzował 4 artykuły do czasopisma Applied Thermal Engineering (Lista A), jeden artykuł do czasopisma Heat Transfer Engineering (lista A) oraz 12 artykułów do czasopism krajowych z listy B.

Dr inż. Jan Wajs posiada następujące wskaźniki bibliometryczne wg bazy Web of Science:

- Indeks Hirscha – 3,
- Liczba cytowań (bez autocytowań) - 28,
- Sumaryczny impact factor: 18,119; po uzyskaniu stopnia doktora – 18,003.

Dorobek dr inż. Jana Wajsa jest duży. Kilkanaście publikacji z Jego udziałem jako autora ukazało się w renomowanych czasopismach światowych posiadających wysoki impact factor.

Należy jednak zaznaczyć, że wszystkie publikacje w czasopismach z listy A po uzyskaniu stopnia doktora wymienione w osiągnięciu habilitacyjnym są publikacjami współautorskimi. Również pozostałe publikacje zarówno artykuły w czasopismach, monografie, rozdziały w książkach pokonferencyjnych i referaty na konferencjach są współautorskie.

Pomimo wyszczególnionych wyżej niedostatków osiągnięcie naukowe oraz pozostały dorobek naukowo-badawczy dr inż. Jana Wajsa oceniam jako dobry, szczególnie w zakresie poznania i modelowania matematycznego procesów przepływowo-ciepłnych zachodzących podczas wrzenia i kondensacji różnych czynników w minikanalach.

4. Działalność dydaktyczna i organizacyjna

Dr inż. Jan Wajs prowadził w latach 2000-2017 ćwiczenia, laboratoria i wykłady z 17 przedmiotów z zakresu termodynamiki technicznej, wymiany ciepła i masy, podstaw eksploatacji maszyn energetycznych, nowoczesnych siłowni ciepłych, odnawialnych źródeł energii, urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych, inżynierii środowiska, ogrzewnictwa i technik pomiarowych w energetyce. W latach 2006-2011 prowadził również wykłady i zajęcia praktyczne z chłodnictwa, klimatyzacji i pomp ciepła w Gdańskim Centrum Szkoleń i Certyfikacji. Opracował 3 ekspertyzy na zamówienie różnych przedsiębiorstw.

Był promotorem 22 prac magisterskich i 27 prac inżynierskich oraz opiekunem I i II roku studiów na kierunku Energetyka i V roku na kierunku Budowa i Eksploatacja Maszyn.

Brał udział w projektowaniu i budowie pięciu stanowisk laboratoryjnych na Wydziale Mechanicznym PG.

Pełni funkcję promotora pomocniczego w 3 otwartych przewodach doktorskich.

Odbył dwa krótkoterminowe staże naukowe, 3 miesięczny w 2012 roku w Universite de Provence we Francji oraz 1 tygodniowy w 2001 roku w South Bank University w Londynie.

Od 2011 roku do chwili obecnej jest członkiem Sekcji Termodynamiki Komitetu Termodynamiki i Spalania PAN. Od roku 2008 roku do chwili obecnej Jest ekspertem Krajowego Forum Chłodnictwa-Związku Pracodawców. W kadencji 2002-2005 i od 2012 roku do chwili obecnej jest członkiem Rady Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej.

5. Wniosek końcowy

Osiągnięcie naukowe dr inż. Jana Wajsa pt. „Wysokosprawne wymienniki ciepła dla termodynamicznych obiegów ORC w oparciu o badania konwekcyjnej wymiany ciepła w minikanalach, oraz Jego pozostały dorobek naukowy spełniają wymagania ustawowe stawiane kandydatom ubiegającym się o uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego. Tematyka Jego publikacji jest nowa i aktualna. Osiągnięcie naukowe dr inż. Jana Wajsa stanowi znaczący wkład do badań eksperymentalnych i modelowania

matematycznego przepływów dwufazowych w minikanalach, szczególnie procesów wrzenia i kondensacji.

Znacznie powiększył swój dorobek po ostatnim awansie naukowym. Dorobek naukowy dr inż. Jana Wajsa oceniam jako dobry, zarówno pod względem naukowym jak i ilościowym. Dorobek ten ma również duże znaczenie praktyczne.

Na podkreślenie zasługuje jego owocna współpraca z przemysłem w zakresie wdrażania innowacyjnych wymienników ciepła i instalacji ORC. Bierze aktywny udział w działalności dydaktycznej i organizacyjnej.

Wnioskuje o nadanie dr inż. Janowi Wajsowi stopnia naukowego doktora habilitowanego.

Dawid Taler