

RECENZJA CAŁOKSZTAŁTU DOROBKU NAUKOWEGO

DR INŻ. ARTURA CEBULI

Podstawą opracowania niniejszej recenzji jest pismo Dziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej z dnia 09.01.2019r.

1. SYLWETKA KANDYDATA

Dr inż. Artur Cebula uzyskał tytuł magistra inżyniera w roku 1999 na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej. Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn uzyskał w roku 2004 na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej na podstawie rozprawy doktorskiej pt.: „Teoretyczne i doświadczalne badania lokalnej wymiany ciepła na powierzchniach rur omywanych poprzecznie”. Promotorem rozprawy był dr hab. inż. Bohdan Węglowski, prof. PK.

Pracę zawodową Kandydat rozpoczął w roku 2003 w Instytucie Maszyn i Urządzeń Energetycznych Politechniki Krakowskiej na stanowisku asystenta. Od roku 2004 do chwili obecnej pracuje w IMiUE Politechniki Krakowskiej na stanowisku adiunkta. Równocześnie od 2009 roku był zatrudniony jako samodzielny inżynier projektant w Instytucie Lotnictwa - EDC Warszawa.

2. OCENA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

Osiągnięciem naukowym zgłoszonym przez Habilitanta jest: **Rozwiązania wybranych odwrotnych zagadnień wymiany ciepła i ich eksperymentalna weryfikacja.**

Dorobek naukowy, wchodzący w skład głównego osiągnięcia naukowego, obejmuje:

- Monografię habilitacyjną
- 3 artykuły w czasopismach z listy A MNiSW,
- 2 artykuły w czasopismach z listy B MNiSW
- 3 referaty z konferencji ujęte w Web of Science
- 2 rozdziały w książkach zagranicznych
- 5 projektów naukowo – badawczych

Są to następujące pozycje:

a) Monografia

1. Cebula A.: Solutions of selected inverse heat transfer problems and their experimental verification, Wydawnictwo PK. Seria Mechanika, Kraków 2018

b) Artykuły w czasopismach z listy A MNiSW, indeksowane w Journal Citation Reports (lista filadelfijska)

2. Cebula A., Taler J., Ocioń P.: Heat flux and temperature determination in a cylindrical element with the use of finite volume finite element method, *International Journal of Thermal Sciences*, 127, 2018, str. 142÷157
3. Cebula A., Taler J.: Determination of transient temperature and heat flux on the Surface of a reactor control rod based on temperature measurements at the interior points, *Applied Thermal Engineering*, 63, 2014, str. 168÷169
4. Cebula A.: Experimental studies of the thermal flowmeter and its analytical and numerical analysis, *Progress in Computational Fluid Dynamics, An International Journal*, 2018

c) Artykuły w czasopismach z listy B MNiSW

5. Cebula A.: Experimental and numerical investigation of thermal flow meter, *Archives of Thermodynamics*, 36, No. 3, 2015, str. 149÷160
6. Taler J., Cebula A.: Verification of heat flux and temperature calculation on the control rod outer surface, *Archives of Thermodynamics*, 32, No 3, 2011, str. 157÷17

d) Referaty z konferencji ujęte w Web of Science

7. Taler J., Cebula A., Marcinkiewicz J., Tinoco H.: Heat flux and temperature determination on the control rod outer Surface, *The 14th International Topical Meeting on Nuclear Reactor Thermalhydraulics*, 2011, NURETH-14, Vol. 2. 7
8. Marcinkiewicz J., Taler J., Cebula A.: Experimental investigation of non-stationary heat transfer between fluid and solid body, *Proceeding of International Conference on Nuclear Engineering*, Vol. 2: Plant Systems, Construction, Structures and Components: Next Generation Reactors and Advanced Reactors, ICONE21-16253, 2013, str. V002T03A044; 1÷7
9. Jaremkiwicz M., Cebula A.: Determination of transient temperature fields in thick-walled elements using the inverse method, *E3S Web of Conferences*, 2017, Vol. 13.

e) Rozdziały w książkach zagranicznych

10. Taler J., Taler D., Sobota T., Cebula A.: Theoretical and experimental study of flow and heat transfer in a tube bank, rozdział w ed. Victoria M. Petrova, *Advanced in Engineering Research*, Vol 1, New York, Nova Science Publishers Inc., 2012, str. 1÷56
11. Cebula A., Taler D.: Finite volume method in heat conduction, edytor Hetnarski R.B., *Encyklopedia of Thermal stresses*, Vol. 4, Springer, 2014, str. 1645÷1658

f) Projekty naukowo-badawcze

12. Teoretyczne i doświadczalne badania lokalnej wymiany ciepła na powierzchniach rur omywanych poprzecznie, praca badawcza finansowana przez Komitet Badań Naukowych
13. Analiza gęstości strumienia ciepła na powierzchniach prętów sterujących, praca badawcza realizowana na zlecenie Forsmark Nuclear Power Plant, Vattenfall AB, Sweden

14. Design and manufacturing of measuring insert and software for determination of heat flux and temperature measurement on the insert outer surface (Wykonanie wstawek pomiarowych oraz oprogramowania do wyznaczenia wartości gęstości strumienia ciepła na powierzchniach zewnętrznych badanych wstawek) praca badawcza realizowana na zlecenie Forsmark Nuclear Power Plant, Vattenfall AB, Sweden
15. Projekt badawczy, M9/470/DS.-M/2011, Odwrotne zagadnienia w konwekcyjnej wymianie ciepła
16. Projekt badawczy Opus 8 nr umowy UMO-2014/15/B/ST8/03170, Metoda identyfikacji gęstości strumienia ciepła na powierzchni ciała stałego w warunkach szybkozmiennego pola temperatury przepływającego płynu, praca badawcza finansowana przez Narodowe Centrum Nauki

Przedstawiony powyżej dorobek naukowy Habilitant klasyfikuje w pięciu grupach tematycznych, które dotyczą:

- opracowanie metody do wyznaczania gęstości strumienia ciepła i współczynników wnikania ciepła na powierzchniach omywanych płynem o szybkozmienną temperaturę
- opracowanie miernika do wyznaczania gęstości strumienia ciepła
- zastosowanie bilansowej metody elementów skończonych w metodzie odwrotnej do wyznaczania gęstości strumienia ciepła
- opracowanie analitycznego oraz numerycznego modelu przepływomierza termicznego
- opracowanie przepływomierza termicznego

W ramach pierwszego z wymienionych zagadnień Habilitant jest współautorem metody wyznaczania wartości gęstości strumienia ciepła lub współczynnika wnikania ciepła na powierzchni ciała stałego poprzez pomiar przebiegu temperatury wewnątrz ciała stałego w kilku dyskretnych punktach. Metoda pozwala na wyznaczanie gęstości strumienia ciepła przy szybkozmienną temperaturę strumienia płynu omywającego ciało. W metodzie wykorzystano algorytmy filtracji danych pozwalające na eliminację błędów pomiarowych. Szczegółowy opis tych zagadnień zawierają prace [1-3,6-11.13].

W ramach drugiego z zagadnień Habilitant zaprojektował i wytworzył instrument pomiarowy umożliwiający weryfikację eksperymentalną opracowanej metody wyznaczania strumienia ciepła na powierzchni cylindrycznej oraz przeprowadził jej testy. Algorytm obliczeniowy oraz wytworzony element pomiarowy tworzą kompletne urządzenie pomiarowe. Habilitant opracował dwie wersje konstrukcyjne miernika różniące się sposobem instalacji termopar, które zostały zamontowane na stanowisku badawczym, na którym następnie przeprowadził testy pomiarowe uderzenia naprzemiennie gorącej i chłodnej strugi powietrza przy dużej częstotliwości zmian tej temperatury. Wyniki eksperymentu potwierdziły możliwość zastosowania opracowanego instrumentu do pomiaru szybkozmiennych procesów cieplnych. Szczegółowy opis powyższych zagadnień zawierają prace [1,3,5-9.14].

Kolejnym elementem osiągnięcia naukowego było wykorzystanie metody bilansowej elementów skończonych w odwrotnych zagadnieniach wyznaczania gęstości strumienia ciepła. Istotą osiągnięcia Habilitanta jest opracowanie metody numerycznej zastępującej metodę objętości kontrolnych metodą bilansową MES umożliwiającą modyfikację położenia węzłów siatki. Metoda ta zapewnia zadawalające dokładności wyznaczania rozkładów temperatury i gęstości strumienia ciepła i może być zastosowana w omawianym wcześniej mierniku strumienia ciepła podnosząc dokładność pomiarów. Szczegółowy opis w/w zagadnień zawierają prace [1,2].

Kolejnym zagadnieniem jest model analityczny i numeryczny przepływomierza termicznego służącego do pomiaru małych natężeń przepływu cieczy. Zasada jego działania opiera się na wymianie ciepła między ścianą rurki, a płynącą cieczą poprzez pomiar różnicy temperatur między dwoma punktami wzdłuż rury. Opracowane modele zweryfikowano za pomocą danych eksperymentalnych. Wyniki uzyskane za pomocą opracowanych modeli pozwoliły na realizację kolejnego z elementów osiągnięcia Habilitanta tzn. na opracowanie przepływomierza termicznego służącego do pomiarów małych strumieni laminarnych przepływów cieczy. Wykonany przepływomierz oraz przeprowadzone testy pomiarowe na stanowisku badawczym wykazały możliwość jego praktycznego zastosowania. Jednocześnie Habilitant deklaruje potrzebę dalszych prac nad doskonaleniem konstrukcji przepływomierza. Szczegółowy opis tych zagadnień zawierają prace [1,4,5,15].

Monografia autorstwa dr inż. Artura Cebuli pt. „Solutions of selected inverse heat transfer problems and their experimental verification” stanowiąca główną pozycję osiągnięcia naukowego zawiera podsumowanie, rozszerzenie i uzupełnienie w/w zagadnień omawianych w pozostałych pozycjach wchodzących w skład dorobku Habilitanta. Ponadto w monografii przedstawiono obszerny przegląd metod pomiaru strumieni ciepła oraz współczynników wnikania ciepła, a także opis konstrukcji instrumentu pomiarowego własnego autorstwa oraz wyniki pomiarów testowych.

Podsumowując merytoryczną wartość głównego osiągnięcia naukowego Habilitanta należy stwierdzić, że dotyczy ona rozwinięcia metod odwrotnych w zagadnieniach przepływu ciepła, w tym zagadnień o dużej dynamice zmian, oraz ich eksperymentalnej weryfikacji. Habilitant udoskonalił istniejące i opracował nowe metody numeryczne, wykonał także instrumenty pomiarowe i elementy nowych stanowisk badawczych na których przeprowadzał badania doświadczalne. Pozytywne wyniki tych eksperymentów pozwoliły na ich wykorzystanie w praktyce.

3. OCENA POZOSTAŁEJ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ

Oprócz prac wymienionych powyżej stanowiących główne osiągnięcie naukowe Kandydat podaje w wykazie swojego dorobku naukowego jeszcze 5 artykułów opublikowanych w czasopismach z listy A MNiSzW, w tym m.in. w *Progres in Computational Fluid Dynamics*, *Chemical and Process Engineering*, *Journal of Power and Energy*. W wykazie tym jest również współautorstwo patentu „Wstawka termometryczna do pomiaru lokalnego obciążenia cieplnego ekranu komory paleniskowej kotła” oraz artykułów w materiałach konferencyjnych, rozdziałów w monografiach, w tym rozdziałów w prestiżowej *Encyclopedia of Thermal Stresses*, a także publikacji w czasopismach z listy B MNiSzW i w innych czasopismach.

Publikacje te zawierają wyniki prac obrazujących zaangażowanie Habilitanta w badania rozszerzające tematykę opisaną jako Jego główne osiągnięcie naukowe. Merytoryczny zakres tych badań można podzielić na kilka zagadnień. W początkowym okresie pracy naukowej zakończonym rozprawą doktorską tematyka badawcza skupiała się na badaniach wymiany ciepła na powierzchniach ogrzewalnych w konwekcyjnej części kotłów tzn. w podgrzewaczach wody i powietrza. Badał m.in. różne rozwiązania konstrukcyjne wymienników z rur ożebrowanych wykorzystując badania eksperymentalne i symulacje CFD.

Po ukończeniu doktoratu kontynuował badania zjawisk cieplno-przepływowych na powierzchniach wymienników ciepła oraz badania nad metodami wyznaczenia współczynnika wnikania ciepła z użyciem metod odwrotnych.

Innym tematem realizowanym przez dr inż. Artura Cebulę w Instytucie Maszyn i Urządzeń Energetycznych Politechniki Krakowskiej było opracowanie algorytmów i systemu

monitorowania pracy bloków energetycznych. Habilitant m.in. opracował wzory na wyznaczenie obciążenia cieplnego w elementach pomiarowych umieszczonych wewnątrz komory spalania. Elementy te stanowią jeden z głównych składników układu, który został wdrożony między innymi w elektrowni Skawina.

Zajmował się także modelowaniem zjawisk cieplno-przepływowych oraz badaniem wymienników kompaktowych. Badania te dotyczyły m.in. określenia oporu kontaktowego pomiędzy rurami wymiennika a żebrami płytowymi, przepływu powietrza w szczelinach utworzonych przez płyty wymiennika opływ rur, identyfikacji współczynników wnikania ciepła oraz obliczania spadku ciśnienia. Wyniki tych prac pozwoliły na opracowanie rozwiązań intensyfikujących wymianę ciepła w wymiennikach kompaktowych rurowo płytowych.

Kolejnym tematem badawczym przy którym pracował Habilitant było opracowywanie modeli matematycznych pozwalających na obliczenie ilości ciepła przejmowanego przez przepływającą parę w parownikach kotłów energetycznych oraz na wyznaczenie parametrów końcowych pary. Analizowane zjawisko uwzględniało zmienne wzdłuż wysokości obciążenie cieplne parownika. W analizach uwzględniano przemiany fazowe pary, a także jej przepływ w warunkach nadkrytycznych.

Dr inż. A. Cebula współpracuje z ośrodkiem badawczo rozwojowym z elektrowni atomowej Forsmark IV należącej do koncernu Vatenfall. W ramach tej współpracy pracował m.in. nad identyfikacją procesów cieplnych w reaktorach jądrowych, w tym nad opracowaniem metody pozwalającej na obliczenie gęstości strumienia ciepła oraz współczynników wnikania ciepła na powierzchni prętów kontrolnych reaktora atomowego.

W okresie pracy w IMiUE Politechniki Krakowskiej dr inż. A. Cebula współpracował także z Instytutem Lotnictwa z Warszawy, gdzie prowadził prace badawcze związane z projektowaniem stopni turbin parowych, profili łopatek kierowniczych i wirnikowych, uszczelnień wieńców łopatek. Zajmował się także zagadnieniami wymiany ciepła w elementach turbin gazowych oraz projektowaniem elementów pierścieniowych komór spalania, projektowaniem układów chłodzenia obciążonych cieplnie płomienic, deflektorów płomienia, osłon cieplnych.

Omówione powyżej badania prowadzone w Instytucie Maszyn i Urządzeń Energetycznych Politechniki Krakowskiej, w których uczestniczył Habilitant, stanowią ważne rozszerzenie Jego głównych zainteresowań naukowych.

Jako ekspert z zakresu techniki cieplnej był wielokrotnie powoływany na recenzenta w prestiżowych czasopismach naukowych takich jak: Heat Transfer Engineering, Applied Thermal Engineering oraz recenzował referaty na ważnych konferencjach międzynarodowych np. International Conference on Computational Heat Mass and Momentum Transfer.

4. OCENA OSIĄGNIĘĆ DYDAKTYCZNYCH, ORGANIZACYJNYCH I POPULARYZATORSKICH ORAZ WSPÓŁPRACY MIĘDZYNARODOWEJ

Pracując jako nauczyciel akademicki na etacie adiunkta w Instytucie Maszyn i Urządzeń Energetycznych dr inż. Artur Cebula prowadzi zajęcia dydaktyczne w formie wykładów, ćwiczeń, projektów i laboratoriów, w tym m.in.:

1. Termodynamikę (wykłady, ćwiczenia)
2. Elektrownie i elektrociepłownie (laboratoria, ćwiczenia)
3. Urządzenia pomocnicze elektrowni (wykłady, ćwiczenia)
4. Modelowanie CFD (laboratorium komputerowe)

5. Wymienniki ciepła (wykład, projekty, laboratoria)
6. Kotły parowe (laboratorium, projekty)

Był organizatorem laboratoriów wyjazdowych z przedmiotów Elektrownie i elektrociepłownie – laboratorium oraz Kotły parowe – laboratorium, które były współprowadzone przez pracowników Elektrociepłowni Kraków na obiektach tej elektrociepłowni. Był opiekunem koła naukowego Koła Naukowego Energetyki i Ochrony Środowiska oraz oganizatorem Warsztatów Energetycznych dla kół naukowych z kilku uczelni technicznych. Wypromował ponad 20 inżynierów i magistrów inżynierów, recenzował 45 prac dyplomowych.

Od kwietnia 2018 roku pełni funkcję promotora pomocniczego rozprawy mgr inż. Moniki Rerak, doktorantki na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej pt. „Nowy algorytm wspomagający projektowanie podziemnych linii kablowych z uwagi na ich cieplne warunki pracy”.

Brał czynny udział w Programie Operacyjnym Kapitał Ludzki, Małopolskim Regionalnym Programie Operacyjnym oraz programie Transfer Innowacji, które służyły wzmocnieniu potencjału dydaktycznego Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej. W ramach tych programów Habilitant organizował i prowadził różnego rodzaju szkolenia, organizował praktyki studenckie, a także rozbudowywał zaplecze badawcze Instytutu.

Był członkiem komitetów organizacyjnych międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych, w tym:

- IX International Conference on Computational Heat, Mass and Momentum Transfer iCCHMT2016
- XI International Conference on Computational Heat, Mass and Momentum Transfer iCCHMT2018
- III Konferencji Naukowo – Technicznej Współczesne Technologie i Urządzenia Energetyczne, 2013
- IV Konferencji Naukowo – Technicznej Współczesne Technologie i Urządzenia Energetyczne, 2016

Od początku swojego zatrudnienia w IMiUE czynnie angażuje się w organizację współpracy międzynarodowej. Jest współinicjatorem i uczestnikiem współpracy Instytutu Maszyn i Urządzeń Energetycznych z wieloma ośrodkami naukowymi z zagranicy w tym m.in. z :

- Technische Universitaet Braunschweig (Niemcy)
- Technische Universitaet Bergakademie Freiberg (Niemcy)
- Uniwersytet w Calgary (Kanada)
- Velammal Collage of Engineering and Technology (Indie)
- Munich University of Applied Sciences (Niemcy)

Rezultatami tej współpracy są wspólne prace naukowo badawcze, udział we wspólnych projektach, referaty na konferencjach międzynarodowych i artykuły w czasopismach naukowych.

Jest członkiem stowarzyszonym Sekcji Termodynamiki Komitetu Termodynamiki i Spalania PAN. Działa również w Stowarzyszeniu na Rzecz Kształcenia Specjalistów Budowy Maszyn i Urządzeń Energetycznych.

5. PODSUMOWANIE I WNIOSEK KOŃCOWY

Dr inż. Artur Cebula rozpoczął pracę naukową w roku 2003 początkowo w Instytucie Maszyn i Urządzeń Energetycznych w Politechnice Krakowskiej, a następnie pracował również w Instytucie Lotnictwa w Warszawie. Przez cały okres swej aktywności zawodowej prowadził intensywne badania zarówno teoretyczne jak i eksperymentalne w obszarze techniki cieplnej, a w szczególności w zakresie wymiany ciepła w maszynach i urządzeniach energetycznych.

Opublikował łącznie 14 artykułów (w tym 8 z listy A MNiSW), jedną monografię, 10 rozdziałów w monografiach. Uczestniczył w 33 konferencjach krajowych i zagranicznych, w których łącznie przedstawił 26 referatów. Brał udział jako kierownik lub wykonawca w 24 projektach badawczych i kilku pracach naukowo-badawczych realizowanych na potrzeby przemysłu. Jest współautorem jednego patentu.

Liczba cytowań Jego publikacji wg bazy Web of Science wynosi 33, indeks Hirscha 4, (wg bazy Scopus liczba cytowań 44, indeks Hirscha 5). Sumaryczny IF Jego publikacji wynosi 8.135. Wskaźniki te można uznać za wystarczające.

Pracując w IMiUE Politechniki Krakowskiej, a także współpracując z szeregiem firm sektora naukowo-badawczego w tym m.in. z Instytutem Lotnictwa, EDF Polska, Forsmark Vattenfall AB i innymi, Habilitant zdobył szeroką wiedzę i umiejętności w zakresie przeprowadzania analiz cieplno-przepływowych w złożonych obiektach przemysłowych oraz wykorzystał je w praktyce projektowej. Dowodzi to Jego znaczącej aktywności badawczej, umiejętności formułowania problematyki badań i ich skutecznej realizacji.

Wyniki jego prac rozszerzają aktualny stan wiedzy z zakresu maszyn i urządzeń energetycznych i techniki cieplnej, w szczególności w zakresie modelowania procesów cieplno-przepływowych w wymiennikach ciepła oraz urządzeniach kotłowych. Za swoją działalność naukową był dwukrotnie nagradzany nagrodami Rektora Politechniki Krakowskiej.

Pozytywnie należy również ocenić Jego działalność dydaktyczną, organizacyjną, a także działalność w zakresie popularyzacji nauki i współpracy międzynarodowej.

Biorąc powyższe pod uwagę uważam, że dr inż. Artur Cebula jest dojrzałym pracownikiem naukowym posiadającym dobry dorobek naukowy mieszczący się w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn, potwierdzony zarówno publikacjami naukowymi w uznanych czasopismach jak i pracami dla potrzeb przemysłu. Stwierdzam zatem, że spełnia On wymagania stawiane przez Ustawę z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, a także warunki opisane w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 roku w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Wniosuję do Rady Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej o dopuszczenie dr inż. Artura Cebulę do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego i nadanie Mu stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn.

