

prof dr hab. inż. Janusz Lewandowski  
Instytut Badań Stosowanych  
Politechniki Warszawskiej  
ul. Rektorska 4 00-614 Warszawa  
e-mail: janusz.lewandowski@pw.edu.pl

Warszawa, 28 grudzień 2023 r.

### **Recenzja**

dotycząca wniosku w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk  
inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna

**dr. inż. Pawłowi Niegodajewowi**

#### **Podstawa sporządzenia oceny**

Podstawą sporządzenia niniejszej oceny jest pismo nr R-WIMiI-BOD.521.3.2023 skierowane przez dr. hab. inż. Janusza Szmidłę, prof. PCz., kierownika Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Informatyki Politechniki Częstochowskiej. Do pisma załączona jest kompletna dokumentacja stanowiąca podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego przez dr. Pawła Niegodajewa.

Recenzję przygotowano zgodnie z następującymi dokumentami:

1. Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668);
2. Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 Nr 65 poz. 595);
3. Rozporządzenie ministra nauki i szkolnictwa wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz.U. 2018 poz. 261);
4. Postępowania dotyczące nadawania stopnia doktora habilitowanego; poradnik aktualizowany (ostatnia aktualizacja: 20 maja 2021 r.), Rada Doskonałości Naukowej
5. Recenzje w postępowaniach o awans naukowy. Poradnik, Rada Doskonałości Naukowej, 2022 r.

## **Podstawowe dane o Kandydacie**

Dr inż. Paweł Niegodajew ukończył studia magisterskie na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Informatyki Politechniki Częstochowskiej w 2009 roku. Po skończeniu studiów w Polsce, w ramach programu Erasmus, kontynuował studia w Cranfield University, School of Engineering, gdzie uzyskał dyplom Master of Science.

Po ukończeniu studiów w Wielkiej Brytanii, rozpoczął studia doktoranckie. Stopień naukowy doktora nauk technicznych uzyskał w roku 2016 na podstawie rozprawy pt.: *„Numeryczne modelowanie procesu absorpcji i desorpcji CO<sub>2</sub> ze spalin z wykorzystaniem MEA”* obronionej na Politechnice Częstochowskiej w dyscyplinie Mechanika. Równoległe ze studiami doktoranckimi, w latach 2010 – 2016, był zatrudniony na stanowisku asystenta naukowego w Instytucie Maszy Ciepłych tej samej Uczelni. Do pracy na Politechnice Częstochowskiej powrócił w 2018 roku, najpierw na stanowisku post-doca, a od 2021 r. adiunkta.

## **Dane naukometryczne**

Zgodnie z informacjami podanymi przez Habilitanta we wniosku, Jego sumaryczny Impact Faktor wszystkich publikacji wynosi 125,8, a cyklu publikacji wskazanych jako osiągnięcie naukowe będące podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego 54,1. Liczba wszystkich cytowań wg. Web of Science wynosi 378, a bez autocytowań 298. Indeks Hirscha Kandydata, wg tej samej bazy, w momencie przygotowywania wniosku był równy 11.

## **Analiza osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego**

Osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego zatytułowane jest **„Analiza eksperymentalna i numeryczna zagadnień dotyczących struktury geometrycznej losowych złóż stałych oraz ich zastosowań w inżynierii procesowej”** i składa się z cyklu powiązanych tematycznie dziewięciu artykułów opublikowanych w czasopiśmie naukowych, które zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie podstawowych danych o artykułach stanowiących cykl publikacji

| Lp | Autorzy* / tytuł / czasopismo / dane bibliograficzne   | Punkty | IF    | Udział |
|----|--|--------|-------|--------|
| P1 | Dariusz Asendrych, <b>Paweł Niegodajew</b> . Numerical Study of the CO <sub>2</sub> Absorber Performance Subjected to the Varying Amine Solvent and Flue Gas Loads, <i>Chemical Engineering Communications</i> 204 (5) (2017) 580-590.   | 40     | 2,59  | 50%    |
| P2 | <b>Paweł Niegodajew</b> , Dariusz Asendrych. An interfacial heat transfer in a countercurrent gas–liquid flow in a trickle bed reactor, <i>International Journal of Heat and Mass Transfer</i> 108 (2017) 703-711.   | 200    | 5,43  | 50%    |
| P3 | <b>Paweł Niegodajew</b> , Michał Wilczyński, Maciej Marek, Stanisław Drobniak, Dariusz Asendrych, Witold Elsner, Renata Gnatowska, Jakub Stempka. A study of liquid spreading in laboratory scale random packing column with an optical method supplemented with liquid holdup characteristics, <i>Experimental Thermal and Fluid Science</i> 96 (2018) 162-168. | 140    | 3,37  | 55%    |
| P4 | Witold Elsner, Marian Wysocki, <b>Paweł Niegodajew</b> , Roman Borecki. Experimental and economic study of small-scale CHP installation equipped with downdraft gasifier and internal combustion engine, <i>Applied Energy</i> 202 (2017) 213-227.   | 200    | 11.45 | 40%    |
| P5 | <b>Paweł Niegodajew</b> , Maciej Marek. Analysis of orientation distribution in numerically generated random packings of Raschig rings in a cylindrical container, <i>Powder Technology</i> 297 (2016) 193-201   | 140    | 5,64  | 30%    |
| P6 | <b>Paweł Niegodajew</b> , Konrad Gruszka, Maciej Marek. Numerical study of cylindrical particles' orientation in   | 140    | 5,64  | 50%    |

|    |   |     |       |     |
|----|---|-----|-------|-----|
|    | narrow packed beds. <i>Powder Technology</i> 386 (2021) 528-539.  |     |       |     |
| P7 | <b>Paweł Niegodajew</b> , Maciej Marek. Statistical variation of characteristics of random packed beds of Raschig rings – the influence of the sample size. <i>Particuology</i> , 56 (2021) 50-61.  | 100 | 3,25  | 70% |
| P8 | Maciej Marek, <b>Paweł Niegodajew</b> . A new experimental approach to examination of orientation distribution of cylindrical particles in random packed beds, <i>Powder Technology</i> . 360 (2020) 569-576.   | 140 | 5,64  | 60% |
| P9 | <b>Paweł Niegodajew</b> , Artur Durajski, Przemysław Rajca, Konrad Gruszka, Maciej Marek, Experimental and numerical study on the orientation distribution of cylindrical particles in random packed beds. <i>Chemical Engineering Journal</i> 432 (2022) 134043. | 200 | 16,74 | 55% |

Badania nad procesami wymiany ciepła i masy w złożach fluidalnych, przede wszystkim kotłach fluidalnych, prowadzone są na Politechnice Częstochowskiej od kilkudziesięciu lat. Zainicjowane zostały przez prof. Wł. Gajewskiego, a następnie znacznie zintensyfikowane i rozszerzone przez profesorów Zbigniewa Bisa i Wojciecha Nowaka. Osiągnięcia tego ośrodka naukowego, w zakresie badań nad procesami wymiany ciepła i masy w warstwie fluidalnej, szczególnie w zastosowaniach do fluidalnych kotłów energetycznych uznać należy wybitne nie tylko w skali kraju, ale też przynajmniej Europy. Dr inż. Paweł Niegodajew aktywnie uczestniczy w pracach tego ośrodka. W obszarze badań nad procesami fluidalnymi ulokowana była jego praca doktorska, a zawarte w niej wyniki były efektem badań prowadzonych w ramach dużego programu zamawianego "Zaawansowane Technologie Pozyskiwania Energii" zadanie nr 1: "Opracowanie technologii dla wysokosprawnych „zero-emisyjnych” bloków węglowych zintegrowanych z wychwytem CO<sub>2</sub> ze spalin". Badania dotyczyły modelowania procesów ze stałym złożem. W większości opublikowanych wcześniej prac złoża takie było traktowane jako usypane z cząstek sferycznych, co w zastosowaniach technicznych ma rzadkie zastosowanie. Wykorzystywane

są zwykle złoża tworzone przez cząstki stałe o nieregularnych kształtach i usypane losowo. W ramach doktoratu Habilitant opracował model matematyczny złoża usypanego losowo z elementów cylindrycznych, co lepiej przybliży cechy rzeczywistych złóż i wykorzystał go do badania procesów absorpcji i desorpcji CO<sub>2</sub> ze spalin.

Opracowane narzędzie badawcze i doświadczenia zdobyte przy realizacji pracy doktorskiej pozwoliły Habilitantowi na podjęcie nowych badań, których wyniki stanowią znaczące osiągnięcie naukowe będące podstawą ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego. Zostały one opublikowane w 9 artykułach zastawionych w zamieszczonej już wyżej tabeli.

Pierwszy z nich dotyczy badań stanowiących bezpośrednią kontynuację prac nad procesami absorpcji i desorpcji dwutlenku węgla. W artykule „*Numerical Study of the CO<sub>2</sub> Absorber Performance Subjected to the Varying Amine Solvent and Flue Gas Loads*” (P1) przedstawiono wyniki weryfikacji stosowanej metody sterowania procesem absorpcji poprzez zmianę stosunku sorbentu i oczyszczanego gazu. Badania obejmowało zarówno modelowanie matematyczne procesu absorpcji jak i badania fizyczne na specjalnie wybudowanym stanowisku doświadczalnym. Pozwoliły one lepiej poznać zjawiska zachodzące w trakcie procesu.

W drugiej pracy zatytułowanej „*An interfacial heat transfer in a countercurrent gas–liquid flow in a trickle bed reactor*” (P2) podjęto udaną próbę określenia zależności pozwalającej wyznaczać wartość współczynnika wymiany ciepła pomiędzy usypanym losowo złożem, a przepływającym przez nie czynnikami (ciecz, gaz). Badania miały charakter doświadczalny i dla ich przeprowadzenia wybudowano dedykowane stanowisko doświadczalne. Na ich podstawie zaproponowano zależność w typowej dla procesu wymiany ciepła funkcji liczb podobieństwa: Liczba Nusselta jako funkcja liczb Reynoldsa, Galileo oraz Eötvösa. Jej dokładność oceniono na 99 %. Praca została opublikowana w prestiżowym czasopiśmie *International Journal of Heat and Mass Transfer*.

Kolejna, także doświadczalna praca „*A study of liquid spreading in laboratory scale random packing column with an optical method supplemented with liquid holdup characteristic*” przedstawia wyniki badań nad rozptywem cieczy w losowo usypanym złożu (P3). Do jakościowego określenia struktury przepływu wykorzystano metodę analizy obrazów. Praca ma charakter wybitnie poznawczy. Opracowana metoda pozwala z dużą

dokładnością obrazować rozptył płynu. Jej wadą jest niewątpliwie jedynie laboratoryjne zastosowanie wobec konieczności wykorzystania zbiornika i wypełnienia z przezroczystych materiałów.

Innym, badanym przez Habilitanta zastosowaniem złoża, było jego wykorzystanie w gazogeneratorze do wytwarzania biogazu z biomasy. Praca ta jest elementem większego projektu jakim było opracowanie innowacyjnego układu kogeneracyjnego zasilanego mieszaniną materiałów o różnych gęstościach: biomasą w postaci peletu oraz osadów ściekowych, tworzących w zbiorniku generatora złożę usypane losowo. Przedmiotem badań była przede wszystkim efektywność procesu zgazowania, zależnie od udziału obu frakcji stanowiących złożę. Uzyskane wyniki zostały opublikowane w prestiżowym czasopiśmie *Applied Energy* (P4).

Kolejne 5 publikacji stanowiących elementy osiągnięcia naukowego Kandydata związane jest z badaniami bezpośrednio złoża uformowanego losowo z elementów cylindrycznych. Mają ona charakter badań podstawowych, a na realizację części z nich Habilitant uzyskał finansowanie z NCN. Pierwsze trzy z nich mają charakter numeryczny i dotyczą badań nad rozkładem orientacji cząstek w złożu. Uzyskane wyniki zostały opublikowane w *Powder Technology*. W pracy (P5) przedmiotem badań była analiza orientacji poszczególnych elementów złoża i w efekcie określenie rozkładu gęstości prawdopodobieństwa kąta (między osią symetrii cząstki a osią kolumny) orientacji cząstek cylindrycznych dla szerokiego zakresu stosunku średnicy kolumny do średnicy cząstki. W pracy (P6) szczególną uwagę poświęcono wąskim kolumnom, w których średnica kolumny jest wartością tego samego rzędu co średnica cylindrycznej cząstki.

W pracy (P7) zbadano powtarzalność rozkładów prawdopodobieństwa kąta położenia cząstki w złożu wobec losowego charakteru procesu usypywania. Uzyskane wyniki umożliwiły zaproponowanie uogólnionego opisu empirycznego średniej powtarzalności zarówno rozkładu orientacji, jak również porowatości złoża.

Kolejna praca (P8) poświęcona badaniom na rozkładem cząstek w złożu miała charakter doświadczalny. Habilitant opracował w niej oryginalną metodę pomiaru kąta ustawienia cząstki. Pozwoliła ona też na weryfikację wyników uzyskiwanych z modeli matematycznych opracowanych wcześniej przez Habilitanta i potwierdziła jakościową ich

poprawność (różnica wyników między modelem, a eksperymentem była na poziomie 10%) (P9).

Oceniając wyniki prac przedstawione w cyklu publikacji (P1) – (P9) można jednoznacznie stwierdzić, że:

- publikacje mają charakter cyklu „powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułów w statecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b” (Ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym),
- znacząco poszerzają one wiedzę dotyczącą zjawisk fizycznych zachodzących w losowo usypanych złożach, co pozwala ocenić, że stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Mechaniczna.

Wszystkie publikacje stanowiące osiągnięcie są pracami zespołowymi. To utrudnia ocenę indywidualnego wkładu Habilitanta i należy w tym miejscu wyrazić żal, że nie zdecydował się on przygotować monografii, która jednoznacznie zdefiniowałaby ten wkład. W dokumentacji zostały zamieszczone oświadczenia określające procentowe udziały poszczególnych autorów oraz hasłowo zakres merytoryczny. Dotyczy on zresztą przygotowania artykułów, stąd wymieniane są takie działania jak „przygotowanie rysunków”, „współautorstwo koncepcji artykułu”, „pomoc przy analizie otrzymanych wyników”, a nie realizacji badań. Wątpliwości mogą dotyczyć przede wszystkim merytorycznego udziału współautora 6 artykułów dr hab. inż. Macieja Marka. Z drugiej strony zastosowany w dokumentacji sposób opisu udziału merytorycznego poszczególnych prac stał się niestety pewnym wzorem powielanym w praktycznie wszystkich wnioskach habilitacyjnych składanymi w formule „powiązanych tematycznie artykułów naukowych”. Trudno więc obwiniać Habilitanta, że podąża „wydeptaną ścieżką”.

Tematyka badań, których wyniki są podstawą osiągnięcia Kandydata, w sposób nie budzący wątpliwości stanowi naturalną kontynuację Jego pracy doktorskiej. Pozwala to uwiarygodnić deklarację, że oceniany dorobek naukowy ma charakter jego osobistego osiągnięcia naukowego.

Recenzując dorobek naukowy dr inż. Pawła Niegodajewa zwrócić należy także zwrócić uwagę na Jego dużą aktywność publikacyjną. Oprócz 9 artykułów, omówionych wyżej, po

doktoracie przygotował On 19 prac (wszystkie współautorskie) zamieszczonych w czasopismach o obiegu międzynarodowym.

Mocną stroną Jest dorobku jest też aktywność w zakresie pozyskiwania projektów na drodze konkursów. W swojej karierze zawodowej był on wykonawcą 9 takich projektów, z czego 3 kierownikiem, w tym Preludium (NCN) i Sonata (NCN) .

Paweł Niegodajew realizował badania w ramach międzynarodowych zespołów naukowych w trakcie 4 staży:

- KTH Royal Institute of Technology, Sztokholm, Szwecja (3 tygodnie, 2022 r.),
- Technical University of Ostrava in Ostrava, Czechy (2 tygodnie, 2019 r.),
- Technical University of Ostrava in Ostrava, Czech Republic (1 miesiąc, 2018 r.),
- Cranfield University, Cranfield, Wielka Brytania (1 rok, 2010 r.).

### **Wniosek końcowy**

Dr inż. Paweł Niegodajew wystąpił z wnioskiem o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego na podstawie dorobku obejmującego jako główny element osiągnięcie naukowe zatytułowane „***Analiza eksperymentalna i numeryczna zagadnień dotyczących struktury geometrycznej losowych złóż stałych oraz ich zastosowań w inżynierii procesowej***” w postaci cyklu 9 współautorskich publikacji – artykułów w międzynarodowych renomowanych czasopismach naukowych. Przedstawiono w nich wyniki badań losowo usypanych złóż cząstek o kształcie cylindrycznym, w zastosowaniach w reaktorach chemicznych. Prace mają przede wszystkim znaczenie poznawcze, a uzyskane wyniki pozwalają na zwiększenie dokładności modelowania matematycznego badanych procesów.

**Na podstawie oceny zaprezentowanych wyników badań stwierdzam, że znacząco poszerzają one wiedzę dotyczącą zjawisk zachodzących w losowo usypanych złożach, a tym samym stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna** w rozumieniu określenia „znaczny wkład” jaki warunkuje spełnienie wymagań pozwalających ubiegać się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

Pozytywnie oceniam też pozostały dorobek naukowy Habilitanta oraz te elementy jego dorobku zawodowego, które zostały przedstawione we wniosku.

**Mając na uwadze powyższe uważam, że przedstawiony dorobek dr. Pawła Niegodajewa, spełnia wymagania określone w Ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym**



**i nauce do nadania stopnia doktora habilitowanego. W związku tym popieram wniosek o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr. inż. Pawłowi Niegodajewowi i rekomenduję go do dalszego procedowania.**