

dr hab. inż. Jerzy Hapanowicz, prof. uczelni
Politechnika Opolska, Wydział Mechaniczny
Katedra Inżynierii Procesowej i Środowiska
ul. St. Mikołajczyka 5
45-271 Opole

Opole, 30.07.2021r.

Recenzja

osiągnięć i aktywności naukowo-badawczej dra inż. Macieja Jaskulskiego

Recenzję wykonano w związku z pismem Dziekana Wydziału Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej z dnia 16 czerwca 2021r., dra hab. inż. Grzegorza Wielgościńskiego, prof. uczelni, dotyczącym postępowania o nadanie dr. inż. Maciejowi Jaskulskiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie *inżynieria chemiczna*.

Przygotowując recenzję wzięto pod uwagę zapisy zawarte w Art. 219. ustawy z dnia 20 lipca 2018r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2018r., z późn. zm.). Równocześnie uwzględniono regulacje przejściowe, obowiązujące do końca roku kalendarzowego 2020, gdyż wszczęcie postępowania habilitacyjnego jest datowane na dzień 17.12.2020r.

1. Profil naukowy osoby ubiegającej się o nadanie stopnia

Jak wynika z treści autoreferatu przedstawionego przez Pana dra inż. Macieja Jaskulskiego (w dalszej części niniejszej recenzji nazywanego habilitantem), jego działalność naukowa związana jest przede wszystkim z dyscypliną *inżynieria chemiczna*, a szczególnie z inżynierią procesową i wieloaspektowymi zjawiskami towarzyszącymi operacji suszenia w suszarkach rozpryskowych. Studia wyższe habilitant ukończył na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej, realizując pracę magisterską pt. *Analiza procesu homogenizacji i atomizacji emulsji w procesie mikroenkapsulacji*. Swoją działalność naukowo-badawczą początkowo realizował w Thermal Process Engineering na Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Niemcy. W jednostce tej był zatrudniony w latach 2014-2016 jako asystent naukowy, biorąc udział w realizacji szeregu projektów o wymiarze międzynarodowym, w tym zleczanych bezpośrednio przez przemysł. Ich tematyka dotyczyła przede wszystkim zjawisk wymiany pędu, ciepła i masy zachodzących w suszarkach rozpryskowych. Poza bezpośrednim udziałem w pracach eksperymentalnych habilitant skupił się w tym okresie na opanowaniu i praktycznym wykorzystaniu modelowania numerycznego do opisu wybranych zagadnień dotyczących rozpadu oraz aglomeracji cząsteczek w strumieniu gazu płynącego przez kolumnowy aparat suszarniczy. Nabyta wiedza i umiejętności pozwoliły mu przygotować, pod kierunkiem prof. dra hab. inż. Ireneusza

Zbicińskiego, rozprawę doktorską pt. *Symulacje CFD procesu aglomeracji podczas przeciwprądowego suszenia rozpryskowego*. Stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie *inżynieria chemiczna* został habilitantowi nadany w lutym 2016 roku. Stosowną uchwałę w tym zakresie podjęła Rada Wydziału Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej. Od roku 2017 do chwili obecnej habilitant jest zatrudniony na stanowisku adiunkta naukowo-dydaktycznego w Katedrze Inżynierii Środowiska na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej.

Jego działalność naukowa w dalszym ciągu jest ściśle związana z dyscypliną *inżynieria chemiczna*, gdyż dotyczy wykorzystania metod CFD do modelowania zjawisk wymiany pędu, ciepła i masy w wielofazowych układach rozproszonych. Pomimo zmiany miejsca zatrudnienia habilitant nadal utrzymuje kontakty naukowe i współpracuje z międzynarodowym gronem specjalistów związanych z inżynierią chemiczną. Dowodem tego jest szereg prac zespołowych opublikowanych na łamach znanych i uznanych na świecie czasopism naukowych „*Drying Technology*” (IF 2.988) oraz „*Advanced Powder Technology*” (IF 4.217), w których poruszana jest problematyka związana z przebiegiem suszenia lub właściwościami produktu końcowego tej operacji jednostkowej.

Poza realizacją badań naukowych habilitant jest również zaangażowany w proces dydaktyczny. Na macierzystej uczelni prowadzi wykłady, ćwiczenia, zajęcia projektowe i laboratoryjne z przedmiotów typowych dla inżynierii chemicznej i procesowej. W tym obszarze wiedzy udziela się również jako promotor prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich, a także pełni obowiązki promotora pomocniczego prac doktorskich. Regularnie prowadzi wykłady gościnne na Otto-von-Guericke-Universität w Magdeburgu z zakresu wykorzystania modelowania CFD do opisu zjawisk zachodzących w układach rozproszonych.

Habilitant jest członkiem AIChE, stałym edytorem w czasopiśmie *International Journal of Chemical Engineering* oraz edytorem gościnnym jednego z tomów czasopisma *Processes* wydawnictwa MDPI. Jako ekspert jest powoływany do recenzowania artykułów naukowych przez redakcje takich czasopism jak: *Drying Technology*, *Powder Technology*, *Chemical Engineering and Technology*, *Chemical Engineering Research and Design*, *Food and Bioproducts Processing* oraz *International Journal of Chemical Engineering*.

Mając wszystko powyższe na uwadze należy uznać, że złożenie przez habilitanta wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie *inżynieria chemiczna* jest w pełni uzasadnione, gdyż jego dotychczasowa działalność naukowa dotyczy głównie tego właśnie obszaru wiedzy.

2. Ocena osiągnięcia habilitacyjnego

Jako osiągnięcie naukowe (stanowiące podstawę wszczęcia postępowania) habilitant przedstawił cykl uznanych przez siebie za powiązane tematycznie publikacji pod wspólnym tytułem „*Modelowanie wpływu parametrów procesu na właściwości fizykochemiczne cząstek w suszeniu rozpryskowym*”. Przedstawiony do oceny cykl obejmuje 12 współautorskich prac naukowych opublikowanych w okresie od 2017 do 2020 roku, w tym: dziewięć w specjalistycznych czasopismach zagranicznych będących w bazie JCR, trzy w materiałach znaczących międzynarodowych konferencji naukowych oraz jedną stanowiącą rozdział monografii wydanej przez amerykańskie wydawnictwo *CRC Press*. Udział habilitanta w powstaniu tych prac (z przyczyn obiektywnych potwierdzony jedynie przez część współautorów) jest zróżnicowany. W przypadku pięciu z nich jest to 30%, trzy kolejne to odpowiednio 40, 45 i 50%, dwie 60% i dwie ostatnie 70%. Z uwagi na wieloautorski charakter tych publikacji (minimum 3, a nawet 6 osób) należy uznać, że wkład habilitanta w powstanie ich wszystkich był znaczący.

Tematem przewodnim przedstawionego cyklu publikacji jest opis kinetyki i dynamiki przebiegu zjawisk wymiany pędu, ciepła i masy towarzyszących procesowi usuwania wilgoci z substancji wprowadzonej do kolumny/suszarki rozpryskowej. W ujęciu naukowym są to zagadnienia trudne do opisanie zarówno w ujęciu teoretycznym, jak i eksperymentalnym. Jednocześnie bardzo istotne dla praktyki przemysłowej, gdyż decydują o wymaganych warunkach prowadzenia procesu oraz właściwościach produktu końcowego. Jak wynika z analizy dokumentacji załączonej do wniosku habilitanta, domeną jego działalności naukowo-badawczej jest modelowanie numeryczne przebiegu procesów rzeczywistych, co w szczególności wykorzystał w odniesieniu do oceny przebiegu zjawisk zachodzących w trakcie suszenia rozpryskowego. Stosowanie metod symulacyjnych jest w tym przypadku niezwykle korzystne, gdyż pozwala optymalizować dany proces lub projektować nowy produkt bez kosztownych, skomplikowanych i długotrwałych prac eksperymentalnych. Jednak korzystanie z tych metod wymaga znajomości predykcyjnych modeli matematycznych opisujących efekty prowadzenia procesu, w tym przypadku właściwości proszków otrzymywanych metodą suszenia rozpryskowego. To właśnie ustalenie tych modeli (nieopisanych wcześniej w literaturze) oraz ich zastosowanie i walidacja z wykorzystaniem danych eksperymentalnych stanowi główne i niezwykle ważne osiągnięcie naukowe habilitanta.

Dokonując oceny tego osiągnięcia należy zauważyć, że szczegółowa merytoryczna oraz redakcyjna ocena jakości kolejnych prac stanowiących przedłożony cykl publikacji została już wykonana przez niezależnych i anonimowych recenzentów wydawniczych. Jej

pozytywne efekty miały pierwszorzędny wpływ na decyzje dotyczące zasadności i celowości opublikowania danego materiału. Był on zgłoszony do wydawnictwa w formie maszynopisu i każdorazowo z całą pewnością ulegał korekcie zgodnie z sugestiami osób powołanych do wyrażenia merytorycznej, naukowej opinii na jego temat. Z tego też względu w dalszej części niniejszej recenzji skupiono się raczej na ocenie tzw. nowości naukowej wnoszonej przez rozpatrywane prace do dyscypliny *inżynieria chemiczna* oraz procedurach wykorzystanych przez habilitanta do ich stworzenia.

Wśród przedstawionego do oceny cyklu publikacji wyróżnić można trzy odrębne, aczkolwiek często powiązane ze sobą, zagadnienia badawcze. Pierwsze z nich dotyczy potwierdzonego eksperymentalnie modelowania CFD ruchu faz w komorze suszarki rozpryskowej. Wyniki badań i analiz w tym zakresie zawierają prace:

- Wawrzyniak P., **Jaskulski M.**, Zbiciński I., Podyma M.: CFD modelling of moisture evaporation in an industrial dispersed system. *Advanced Powder Technology*, 2017, 28 (1), 167-176
- **Jaskulski M.**, Tran T.T.H., Tsotsas E.: Design study of printer nozzle spray dryer by CFD modelling. *Drying Technology*, 2020, 38 (1-2), 211-223
- Wawrzyniak P., **Jaskulski M.**, Piatkowski M., Sobulska M. Zbicinski I., Egan, S.: Experimental detergent drying analysis in a counter-current spray dryer with swirling air flow. *Drying Technology*, 2020, 38 (1-2), 108-116

Modelowanie matematyczne przepływu gazu przez aparaty procesowe o różnej geometrii jest obecnie ułatwione, gdyż na rynku dostępne są pakiety profesjonalnego oprogramowania komputerowego. Jego przykładem może być wykorzystywany przez habilitanta pakiet ANSYS Fluent. Jednak prowadzenie obliczeń w odniesieniu do suszarek rozpryskowych wymaga znajomości specyficznych, indywidualnych funkcji empirycznych opisujących wpływ obecności cząsteczek substancji ulegającej suszeniu na przepływ czynnika suszącego. To właśnie z opracowaniem skutecznych postaci takich funkcji związane jest pierwsze, przedstawione przez habilitanta, zagadnienie badawcze. Odpowiednie modele matematyczne zostały opracowane na podstawie analizy wyników badań eksperymentalnych. Prowadzono je na zlecenie i wyraźnie zapotrzebowanie renomowanych przedstawicieli przemysłu, a dotyczyły suszenia detergentów o końcowej postaci proszku. Szczegółowy opis przebiegu tych prac oraz uzyskanych wyników zawierają dwie odrębne publikacje, w tym jedna współautorska habilitanta. Z kolei nowością uzyskanych modeli matematycznych ruchu powietrza we wnętrzu komory suszarniczej jest uwzględnienie zmian rozmiarów cząsteczek substancji suszonej, co wynika ze zjawiska ich aglomeracji. Poza tym, udało się opracować modele obowiązujące dla suszarki z kontrolowanym zawirowaniem powietrza, co stabilizuje warunki jej pracy i efekty działania. Wykorzystanie zaproponowanych modeli w komputerowej procedurze symulacji numerycznej przepływu powietrza suszącego przez

komory o różnej geometrii pozwoliło wyznaczyć nie tylko rozkłady rzeczywistych lokalnych prędkości przepływu gazu, ale również rozkłady jego temperatury i poziom recyrkulacji oraz zawirowania w różnych przekrojach aparatu. Tym samym możliwe stało się przewidywanie ewentualnych stref przegrzania materiału suszonego oraz ustalenie warunków, przy których nie dochodzi do jego nadmiernej depozycji na ścianach suszarki pod wpływem działania siły odśrodkowej. Wszystkie opracowane modele matematyczne zostały zweryfikowane z danymi eksperymentalnymi. Aczkolwiek dotyczyły one konkretnych materiałów i suszarek, to jednak zaproponowana metodologia ich wykorzystania może znaleźć zastosowanie do obliczania innych procesów suszenia rozpryskowego. Potwierdzeniem tego są wyniki obliczeń symulacyjnych wykonanych przez habilitanta w odniesieniu do różnych materiałów i aparatów współ- i przeciwpływowych. Tym samym efekty jego pracy w tym obszarze badawczym należy uznać za istotne, zarówno pod względem poznawczym, jak i użytkowym. Mogą one stanowić podstawę do modelowania dynamiki procesu wymiany ciepła i masy pomiędzy dowolnym materiałem suszonym i gazem suszącym w kolumnie rozpryskowej.

Drugi, najobszerniej udokumentowany publikacjami, obszar badań naukowych habilitanta związany jest z modelowaniem CFD oraz analizą eksperymentalną wpływu parametrów procesowych na właściwości fizykochemiczne fazy rozproszonej w suszeniu rozpryskowym. Obszar ten obejmuje kilka wzajemnie uzupełniających się zagadnień.

Do podstawowych spośród nich należy modelowanie kinetyki suszenia pojedynczych kropeł, co szczegółowo opisano w pracy:

- Tran T.T.H., **Jaskulski M.**, Avila-Acevedo J.G., Tsotsas E.: Model parameters for single - droplet drying of skim milk and its constituents at moderate and elevated temperatures. *Drying technology*, 2017, 35 (4), 444-464.

Jej przedmiotem są złożone badania eksperymentalne dotyczące oceny szybkości usuwania wody z pojedynczej kropli zmieniającej swoją objętość w trakcie procesu suszenia. Analiza wyników tych eksperymentów pozwoliła na opracowanie modelu suszenia pojedynczej kropli, która w kolejnych okresach tego procesu może się kurczyć lub ulegać puchnięciu. Wykorzystanie opracowanego modelu w symulacyjnych obliczeniach walidacyjnych potwierdziło jego skuteczność w odniesieniu do przewidywania końcowej średnicy cząstki, jej porowatości i wilgotności, a także przebiegu krzywej suszenia i czasu trwania procesu. Tym samym opracowane zostało podstawowe narzędzie obliczeniowe niezbędne do efektywnego projektowania przebiegu procesu w całym aparacie.

Osobnym zagadnieniem dotyczącym właściwości suszonych cząsteczek jest wartość i rozkład temperatury w ich wnętrzu. Możliwość jej przewidywania pozwala m.in. uniknąć degradacji termicznej składników materiału suszonego, a tym samym niekorzystnych zmian

jego właściwości użytkowych. Zweryfikowane eksperymentalnie wyniki obliczeń symulacyjnych z tego zakresu zawiera praca:

- **Jaskulski M.**, Atuonwu J.C., Tran T.T.H., Stapley A.G.F., Tsotsas E.: Predictive CFD modeling of whey protein denaturation in skim milk spray drying powder production. *Advanced Powder Technology*, 2017, 28(12), 3140-3147.

Zaproponowano w niej modele opisujące degradację białka serwatkowego. Ich połączenie z modelem kinetycznym suszenia pojedynczej kropli oraz odpowiednia implementacja do solwera CFD pozwoliły wskazać na skuteczną i ważną ze względów użytkowych metodę symulacji procesu suszenia mleka. Ze względu na swoją uniwersalność jest to jednocześnie nowe narzędzie, które można z powodzeniem wykorzystywać do projektowania suszenia innych substancji wrażliwych na nadmierny wzrost temperatury.

Kolejne zagadnienie badawcze dotyczyło modelowania przebiegu i efektów procesu mikroenkapsulacji, realizowanego w warunkach suszenia rozpryskowego. Jego podstawy teoretyczne oraz zakres wykonanych prac eksperymentalnych i symulacyjnych habilitant przedstawia w kilku współautorskich publikacjach:

- **Jaskulski M.**, Kharaghani A., Tsotsas E.: Encapsulation Methods: Spray Drying, Spray Chilling and Spray Cooling, Chapter 3 in "Thermal and Nonthermal Encapsulation Methods", *CRC Press*, 2017, Boca Raton, USA
- **Jaskulski M.**, Lewandowski A., Zbiciński I.: Mathematical modeling of moisture evaporation in co-current foam spray drying. *Proceedings of the 21th International Drying Symposium*, September 11-14, 2018, Valencia, Spain.
- Lewandowski A., **Jaskulski M.**, Zbiciński I.: Effect of foam spray drying process parameters on powder morphology". *Drying Technology*, 2018, 37 (5), 535-545
- **Jaskulski M.**, Lewandowski A., Zbiciński I.: CFD modeling of co-current foam spray drying. *Proceedings of the 7th European Drying Conference*, July 10-12, 2019, Torino, Italy
- Lewandowski A., Zbiciński I., **Jaskulski M.**: Microencapsulation in foam spray drying. *Drying Technology*, 2020, 38 (1-2), 55-70.

W tym przypadku zebranie odpowiednich danych doświadczalnych, koniecznych do opracowania i weryfikacji zaproponowanego modelu, wymagało przede wszystkim opracowania specyficznych metod pomiaru grubości ściany tworzącej się kapsułki oraz objętości fazy ciekłej zawartej w jej wnętrzu. Badania eksperymentalne prowadzono na półprzemysłowej suszarce rozpryskowej wyposażonej w układ spieniający surówkę. Wykonane pomiary parametrów pracy suszarni oraz właściwości uzyskiwanego produktu pozwoliły zbudować model matematyczny suszenia rozpryskowego spienionej surówki, początkowo jako pojedynczej kropli, a następnie chmury kropeł przemieszczających się we wnętrzu wieży suszarniczej. Poprzez odpowiednią implementację opracowany model, obowiązujący dla monodyspersyjnych kropeł o uśrednionym rozmiarze, przeniesiony został do środowiska CFD. W tym celu niezbędne było opracowanie odpowiedniej postaci funkcji matematycznej, która w procedurze obliczeń numerycznych uwzględniała obecność pęcherzyka gazu wewnątrz suszonej i ulegającej enkapsulacji kropli. Porównanie wyników

symulacji numerycznych z wynikami eksperymentów pozwoliło stwierdzić, że zaproponowany sposób modelowania procesu skutecznie przewiduje podstawowe właściwości morfologiczne oraz trwałość proszków dla danych parametrów suszenia. Tym samym wskazane zostało kolejne użyteczne narzędzie służące do projektowania nowych i optymalizacji pracy istniejących suszarek rozpryskowych.

Aczkolwiek domeną pracy naukowej habilitanta jest modelowanie numeryczne, to jednak w swojej pracy naukowej niejednokrotnie zmuszony był również do prowadzenia badań eksperymentalnych. Ich wyniki były bowiem niezbędne zarówno do opracowania proponowanych postaci modeli matematycznych, jak też ich późniejszej walidacji. Specyfika obiektów badań wymuszała z kolei konieczność opracowania odpowiednich metod i przyrządów pomiarowych, których zastosowanie dawało możliwość uzyskania wymaganych danych ilościowych. Przykłady takich działań są udokumentowane pracami

- Fischer C., **Jaskulski M.**, Tsotsas E.: Inline method of droplet and particle size distribution analysis in dilute disperse systems. *Advanced Powder Technology*, 2017, 28 (11), 2820-2829
- Wawrzyniak P., **Jaskulski M.**, Piatkowski M., Sobulska M. Zbicinski I., Egan, S.: Experimental detergent drying analysis in a counter-current spray dryer with swirling air flow. *Drying Technology*, 2020, 38 (1-2), 108-116

Na szczególną uwagę zasługuje w tym miejscu bezinwazyjna, optyczna metoda pomiaru rozmiaru kropeł przemieszczających się w strumieniu powietrza wewnątrz komory suszarniczej oraz układ do pobierania próbek materiału suszonego i pomiaru jego wilgotności. Obie z zaproponowanych i praktycznie wykorzystanych technik pomiarowych pozwalają kontrolować przebieg suszenia w sposób ciągły, co jest niezwykle istotne zarówno z punktu widzenia eksperymentalnych badań laboratoryjnych, jak też praktyki przemysłowej. Uzyskane tą drogą informacje dają bowiem pełny obraz zmian zachodzących w materiale suszonym dla wybranego, interesującego nas przekroju aparatu i warunków jego pracy.

Trzecie, ostatnie zagadnienie badawcze zawarte w przedstawionym do oceny cyklu publikacji ma charakter typowo aplikacyjny, gdyż dotyczy projektowania i optymalizacji suszarek rozpryskowych z wykorzystaniem opracowanych metod numerycznych. Jednak, aby było to możliwe, w pierwszej kolejności konieczne było zaimplementowanie zaproponowanych wcześniej wieloparametrowych modeli suszenia pojedynczej kropli do solverów CFD. Przebieg i wyniki działań w tym zakresie są przedmiotem pracy:

- Tran T.T.H., **Jaskulski M.**, Tsotsas E.: Reduction of a model for single droplet drying and application to CFD of skim milk spray drying. *Drying Technology*, 2017, 35 (13), 1571-1583.

Zaproponowano w niej nowatorską procedurę zredukowania modeli opisujących różne aspekty suszenia kropli danego materiału w konkretnych warunkach panujących w określonej suszarce do jednego równania opisującego (dla danego przypadku) charakterystyczną krzywą

suszenia. To właśnie to równanie może być w łatwy sposób wykorzystane w obliczeniach symulacyjnych CFD, mających na celu przewidywanie właściwości fizykochemicznych proszków otrzymywanych w procesie suszenia rozpryskowego. Skuteczność tych obliczeń została zweryfikowana eksperymentalnie z wykorzystaniem suszarki testowej, specjalnie w tym celu zaprojektowanej i uruchomionej przez habilitanta na uniwersytecie w Magdeburgu. Materiałem suszonym było mleko krowie, a zatem typowa substancja przetwarzana z wykorzystaniem tego rodzaju procesu. Zbieżność wyników eksperymentów z danymi wynikającymi z modelowania CFD okazała się na tyle wysoka, że opracowaną procedurę wdrożono do obliczania rzeczywistych aparatów przemysłowych. Przykład takiego działania i jego efekty zawiera praca:

- **Jaskulski M.**, Tran T.T.H., Tsotsas E.: Design study of printer nozzle spray dryer by CFD modelling. *Drying Technology*, 2020, 38 (1-2), 211-223.

Przedstawione w niej wielowariantowe obliczenia suszarki rozpryskowej, zakończone wskazaniem jej najbardziej korzystnego rozwiązania, w ewidentny sposób ilustrują bardzo znaczącą, praktyczną wartość i użyteczność narzędzia do symulacji złożonego zjawiska równoczesnej wymiany pędu, ciepła i masy, którego habilitant jest współautorem.

Podsumowując, wskazane przez habilitanta osiągnięcie habilitacyjne należy w całości uznać za istotne dla *inżynierii chemicznej*, a zwłaszcza procesowej.

Poza pracami zgłoszonymi przez habilitanta w ramach cyklu stanowiącego osiągnięcie habilitacyjne, warto też wskazać na trzy inne jego współautorskie prace, wydane w wysoko punktowanych czasopismach ujętych w bazie JCR i opublikowane już po uzyskaniu stopnia doktora. Na uwagę zasługuje również jego duża aktywność dotycząca udziału i prezentacji wyników badań i analiz na konferencjach. Wszystkie one były znaczącymi wydarzeniami naukowymi o międzynarodowym charakterze, zorganizowanymi w różnych częściach świata. Ich tematyka zawsze dotyczyła inżynierii chemicznej i procesowej lub bezpośrednio procesów suszenia.

Całościowy dorobek publikacyjny habilitanta w okresie po uzyskaniu stopnia naukowego doktora obejmuje 24 prace, tj.:

- 1 rozdział w monografii,
- 12 publikacji w czasopismach ujętych w bazie JCR,
- 11 referatów na znaczących konferencjach międzynarodowych.

Wskazany przez niego łączony dorobek naukowy wynosi 790 punktów (liczony zgodnie z kryteriami MNiSW), co należałoby jednak rozpatrywać z uwzględnieniem wkładu habilitanta

w każdą z prac. Z kolei sumaryczna wartość współczynnika IF czasopism, w których ukazały się jego artykuły, to 31,209. Parametry bibliograficzne podane w bazie Web of Science wskazują, że prace habilitanta były przywoływane w 85 publikacjach innych badaczy (bez autocytowań). Indeks Hirscha wynosi 7.

Mając na uwadze czasookres działalności naukowej habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora łatwo stwierdzić, że w ujęciu średnim był on rocznie współautorem niemal pięciu prac naukowych. Uważam, że jest to wynik znaczący i potwierdzający jego wysoką aktywność naukową. Należy przy tym pamiętać, że towarzyszyło jej prowadzenie żmudnych prac badawczych i eksperymentalnych oraz wykonywanie szeregu innych obowiązków wynikających z pracy na uczelni.

Pewien niedosyt w ocenie dorobku naukowego habilitanta stanowić może jednak fakt, że wszystkie jego dotychczasowe publikacje oraz prezentacje konferencyjne mają charakter prac współautorskich. Z jednej strony jest to godne pochwały, gdyż świadczy o umiejętności współdziałania w zespole realizującym złożone zagadnienia badawcze. Jednak z drugiej nie daje możliwości oceny przebiegu i efektów jego pracy, jako w pełni samodzielnego pracownika naukowego. Tymczasem w naszym kraju taki właśnie status nadawany jest osobie ze stopniem doktora habilitowanego, do czego habilitant aspiruje swoim wnioskiem.

3. Ocena aktywności naukowej realizowanej poza macierzystą uczelnią.

W latach 2014-2016 habilitant był zatrudniony jako asystent naukowy w Thermal Process Engineering na Otto-von-Guericke-University w Magdeburgu, Niemcy. W jednostce tej prowadził intensywne badania naukowe, biorąc aktywny udział w realizacji projektów finansowanych ze środków europejskich i prac zleconych przez przedstawicieli przemysłu, a także urzeczywistniał własne koncepcje badawcze. Dzięki udziałowi w europejskim projekcie ENTAPHY współpracował z ośrodkami naukowymi z Holandii, Wielkiej Brytanii, Niemiec, Hiszpanii, a nawet Wietnamu.

Wymierne efekty tych działań łatwo dostrzec w jego późniejszej działalności publikacyjnej. Bezpośrednio po uzyskaniu stopnia doktora oraz rozpoczęciu pracy w Politechnice Łódzkiej, w samym tylko 2017 roku ukazało się aż sześć prac wskazanych w przedstawionym do oceny monotematycznym cyklu publikacji. O zagranicznej aktywności naukowej habilitanta mogą świadczyć publikacje przygotowane we współpracy z osobami reprezentującymi zagraniczne ośrodki naukowe. Współautorem jednej z nich jest także przedstawiciel firmy produkcyjnej z Wielkiej Brytanii.

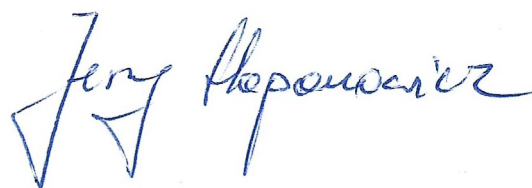
Również po zatrudnieniu w Politechnice Łódzkiej habilitant brał aktywny udział w kilku projektach badawczych realizowanych ze środków budżetowych na naukę. Ich tematyka nie jest bezpośrednio związana z procesem suszenia, co jednak można traktować jako dowód na szerokie spektrum jego działalności i zainteresowań naukowych. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora brał on też udział w realizacji kilku projektów badawczych zleconych przed przedstawicieli przemysłu, w tym dobrze znanej globalnej firmy Procter & Gamble.

Działalność naukowa habilitanta i jej efekty zostały uznane i docenione kilkoma nagrodami. Kilukrotnie została mu przyznana Nagroda JM Rektora Politechniki Łódzkiej za najbardziej wartościowe wdrożenie przemysłowe. Otrzymał również dwie indywidualne nagrody na międzynarodowych konferencjach naukowych z zakresu suszenia.

Tym samym należy uznać, że habilitant prowadził aktywną działalność i współpracę naukową również z przedstawicielami innych niż macierzysta uczelnia ośrodków, w tym zagranicznych.

4. Konkluzja

Biorąc pod uwagę ocenę poziomu osiągnięć naukowych dra inż. Macieja Jaskulskiego, a także jego pozostały wkład w rozwój dyscypliny *inżynieria chemiczna* uważam, że spełnia on wymagania stawiane osobom ubiegającym się o stopień naukowy doktora habilitowanego, zawarte w przywołanych we wstępie do niniejszej recenzji przepisach prawa.

A handwritten signature in blue ink, reading "Jerzy Kępcowski". The signature is written in a cursive, flowing style with some stylized loops.