



Gdańsk, 15.01.2024 r.

dr hab. inż. Donata Konopacka-Lyskawa
Katedra Inżynierii Procesowej i Technologii Chemicznej
Wydział Chemiczny
Politechnika Gdańska
ul. Narutowicza 11/12
80-233 Gdańsk

RECENZJA

**osiągnięcia naukowego pt: „ Nowe rozwiązania inżynieryjno-procesowe w technologiach ciężkiej syntezy organicznej” oraz aktywności naukowej i organizacyjnej
dr. inż. Arkadiusza Chruściela w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria chemiczna**

1. Podstawa opracowania

Niniejsza recenzja została przygotowana w odpowiedzi na pismo Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Chemiczna Politechniki Śląskiej w Gliwicach prof. dr hab. inż. Wojciecha Simka z dnia 17.11.2023 informującego o powierzeniu mi funkcji recenzenta w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr. inż. Arkadiuszowi Chruścielowi.

Podstawą wykonanej recenzji były materiały przekazane w formie elektronicznej:

- a) Kopia dyplomu doktora nauk chemicznych
- b) Autoreferat w języku polskim
- c) Wykaz osiągnięć naukowych w języku polskim
- d) Oświadczenia współautorów publikacji wskazanych w osiągnięciu naukowym.

2. Sylwetka Habilitanta

Dr inż. Arkadiusz Chruściel ukończył studia w roku 1989 na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Śląskiej, gdzie obronił pracę magisterską pt. „Spektrofotometryczne oznaczanie boru za pomocą Azometyny H i Rezorcynolu H” przygotowaną pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. Jerzego Ciby. Stopień doktora nauk chemicznych uzyskał na Politechnice Poznańskiej w roku 1994 za pracę zatytułowaną

„Badania nad opracowaniem analityki składu polioksaalkilowych estrów kwasu borowego”, której promotorem był prof. dr hab. inż. Jan Szymanowski. Po ukończeniu studiów przez cztery lata pracował w Instytucie Chemii Ogólnej i Analitycznej Wydziału Chemicznego Politechniki Śląskiej na stanowisku asystenta. Następnie od roku 1993 do 1995 był zatrudniony jako adiunkt w Instytucie Ciężkiej Syntezy Organicznej w Kędzierzynie-Koźlu, a później do roku 1996 był zastępcą kierownika Zakładowego Ośrodka Badawczego ds. Naukowych. W roku 2003 rozpoczął pracę w firmie MEXEO w Kędzierzynie-Koźlu, gdzie był zatrudniony na stanowisku specjalisty ds. badań i rozwoju. W latach 2008-2014 był menadżerem produkcji w Wydziale Sulfonatów firmy Henkel Polska Sp. z o.o. w Raciborzu. Od roku 2014 jest dyrektorem ds. badań i rozwoju w firmie MEXEO.

Przed uzyskaniem stopnia doktora, dr inż. Arkadiusz Chruściel był współautorem jednej publikacji w czasopiśmie recenzowanym, sześciu wystąpień na konferencjach (pięciu krajowych i jednej międzynarodowej).

Habibitant nie ubiegał się wcześniej o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

3. Ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę wniosku o przeprowadzenie postępowania w celu nadania stopnia doktora habilitowanego

Osiągnięciem naukowym dr. inż. Arkadiusza Chruściela, będącym podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego, o którym mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2a Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, jest cykl trzech prac wdrożeniowych pod tytułem „Nowe rozwiązania inżyniersko-procesowe w technologiach ciężkiej syntezy organicznej”. Wdrożenia te zostały oparte na przesłankach naukowych przedstawionych w osiemnastu publikacjach, ponadto na zaproponowane rozwiązania uzyskano trzy patenty. Cykl składa się z następujących trzech rozwiązań problemów technologicznych:

1. Opracowanie i wdrożenie technologii wytwarzania oraz badania właściwości dimetalocyjankowych katalizatorów reakcji otwarcia pierścienia oksiranowego, typu DMC.
2. Opracowanie i wdrożenie w skali przemysłowej ulepszonej metody prowadzenia etapu dojrzewania mieszaniny reakcyjnej przemysłowego procesu sulfonowania alkilobenzenu.
3. Opracowanie modelu matematycznego węzła syntezy Bisfenolu A oraz implementacja opracowanego modelu w projektowaniu, bezinwestycyjnej optymalizacji oraz komercjalizacji nowego, energooszczędnego procesu wytwarzania Bisfenolu A w skali przemysłowej.

W pierwszym wdrożeniu głównym problemem naukowym było opracowanie metody syntezy katalizatora DMC, która pozwoliła na jego produkcję z prostych i tanich substratów. Ponadto zastosowanie flokulantu do aglomeracji powstającego w pierwotnej reakcji amorficznego osadu skutkowało znaczącym

polepszeniem wydzielania otrzymanego precypitatu. Działanie otrzymanego katalizatora zostało potwierdzone poprzez przeprowadzenie reakcji polimeryzacji metylookisiranu, syntezy kopolimerów tlenku etylenu, tlenku propylenu oraz 2-etyloheksanolu (nowy rodzaj surfaktantu), jak również syntezy niejonowych i anionowych oksyetylenowanych związków powierzchniowo czynnych. Wykazano, że zastosowanie zsyntezowanego katalizatora DMC do prowadzenia tych reakcji skutkowało powstawaniem produktów o węższym rozkładzie homologów i o lepszych właściwościach powierzchniowych. Wartościowym etapem prac badawczych w tym obszarze było podjęcie próby wyjaśnienia struktury katalizatora DMC oraz roli użytego ligandu organicznego. W części wdrożeniowej, wykonano projekt, zbudowano i uruchomiono instalację do wytwarzania katalizatora DMC. Sposób otrzymywania katalizatora został opatentowany w Polsce.

Drugie wdrożenie dotyczy udoskonalenia etapu dojrzewania mieszaniny reakcyjnej podczas przemysłowego otrzymywania kwasu alkilobenzenosulfonowego. W tym etapie zachodzi reakcja kwasu piosulfonowego z nieprzereagowanym alkilobenzenem, która jest dużo wolniejsza od reakcji powstawania kwasu piosulfonowego w pierwszym etapie. Aby polepszyć stopień przereagowania drugiej reakcji oraz uzyskać wysoką jakość produktu końcowego, Habilitant zaproponował wykorzystanie dojrzewania periodycznego w układzie kilku reaktorów zbiornikowych pracujących w trybie wahadłowym. Opisał równaniami matematycznymi zachodzące w reaktorach przemiany oraz zweryfikował otrzymane wyniki doświadczalnie w instalacji pilotażowej. Opracowane rozwiązanie uzyskało ochronę patentową w postaci patentu europejskiego.

Trzecim wdrożeniem wchodzącym w skład osiągnięcia jest optymalizacja technologii produkcji Bisfenolu A. Aby zwiększyć wydajność produktu syntezowanego z fenolu i acetonu, Habilitant wykonał opracowanie modelu matematycznego reaktora katalitycznego, w którym uwzględnił przepływ mieszaniny reakcyjnej przez złożę katalizatora, wymianę masy i wymianę ciepła podczas zachodzącej reakcji chemicznej. Obliczenia wykonał dla dwóch wariantów pracy reaktora: dwustrefowej i trójstrefowej (wynikających z rozmieszczeń dysz doprowadzających i odprowadzających ciekłe strumienie do i z reaktora). Wyniki otrzymane na podstawie obliczeń modelowych dla reaktora katalitycznego zostały zweryfikowane na podstawie eksperymentów przeprowadzonych na instalacji pilotowej w skali przemysłowej (13 000 t/r). Zaproponowane rozwiązanie otrzymywania Bisfenolu A zostało zgłoszone do Europejskiego Urzędu Patentowego w 2008 r. Na podkreślenie zasługuje fakt, że dzięki optymalizacji zwiększono zdolność produkcyjną działającej instalacji o 50%, jednocześnie redukując zużycie energii i substratów. Ponadto technologia otrzymywania Bisfenolu A z wykorzystaniem reaktora dwustrefowego, została zmodernizowana, aby zwiększyć wielkość produkcji tego związku chemicznego do 100 000 t/r. Obecnie jako proces ADVENCE BPA została zakupiona przez dwie firmy zagraniczne.

Na podstawie opisu zawartego w autoreferacie oraz po analizie treści publikacji i patentów mogę stwierdzić, że osiągnięcie stanowiące podstawę wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego

dr. inż. Arkadiuszowi Chruścielowi jest zróżnicowane. Obejmuje ono zarówno prace nad syntezą nowych katalizatorów zastosowanych do polimeryzacji oksiranów, jak i modelowanie procesów, w tym optymalizację działania już istniejących rozwiązań. Publikacje wskazane w osiągnięciu naukowym zostały opublikowane w latach 2008-2023. Wśród osiemnastu prac naukowych, piętnaście opublikowano w czasopismach z bazy Journal Citation Reports (JCR), z czego w siedmiu z nich Habilitant był pierwszym autorem, a jedna praca jest rozdziałem w monografii wydanej przez renomowane wydawnictwo Wiley. Wszystkie publikacje naukowe oraz patenty uwzględnione w osiągnięciu są wieloautorские, co wskazuje na pracę zespołową nad rozwijanymi technologiami. Analiza oświadczeń współautorów załączonych w dokumentacji wniosku potwierdza, że Habilitant miał znaczący wkład w powstanie publikacji, w przeważającej większości z nich był odpowiedzialny za koncepcję i plan badań oraz ogrywał kluczową rolę podczas realizacji prac badawczych.

Podsumowując, uważam, że przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe, które stanowi cykl trzech wdrożeń pod tytułem „Nowe rozwiązania inżynierijno-procesowe w technologiach ciężkiej syntezy organicznej” będący podstawą do nadania stopnia doktora habilitowanego, stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria chemiczna i spełnia kryteria stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego. Wysoko oceniam opracowanie metody wytwarzania katalizatora DMC, badania nad jego charakterystyką oraz otrzymanie z jego wykorzystaniem nowego typu surfaktantu.

4. Ocena dorobku naukowego, wdrożeniowego, organizacyjnego i dydaktycznego

Tematyka dorobku naukowego dr. inż. Arkadiusza Chruściela skoncentrowana jest przede wszystkim na zagadnieniach związanych z rozwojem technologii wytwarzania związków chemicznych oraz preparatów chemicznych do różnorodnych zastosowań. Szczegółowa analiza publikacji, patentów i doniesień konferencyjnych wskazuje, że Habilitant w swojej pracy naukowej specjalizuje się w trzech obszarach: synteza chemiczna, w tym wytwarzanie związków powierzchniowo czynnych, badania właściwości związków chemicznych (związków powierzchniowo czynnych i katalizatorów) oraz modelowanie matematyczne procesów chemicznych.

Dorobek dr. inż. Arkadiusza Chruściela obejmuje:

- 26 artykułów w czasopismach wyróżnionych na liście JCR
- 7 artykułów w czasopismach spoza listy JCR
- 24 patenty
- 3 rozdziały w monografiach (w tym jeden w monografii “Industrial Arene Chemistry: Markets, Technologies, Sustainable Processes and Cases Studies of Aromatic Commodities.” wydanym przez renomowane wydawnictwo Wiley)
- aktywny udział w 44 konferencjach (w tym 6 przed doktoratem)

- udział w 10 projektach badawczych (w tym w 3 jako kierownik projektu lub kierownik zadania badawczego i w 4 jako główny wykonawca)
- 10 osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych i technologicznych
- udział w 4 programach europejskich i innych programach międzynarodowych

Analiza naukometryczna dorobku publikacyjnego dr inż. Andrzeja Chruściela obejmuje lata 1991-2023. Przed uzyskaniem stopnia doktora Habilitant był autorem 1 publikacji. Po uzyskaniu stopnia doktora, liczba opublikowanych przez niego prac wynosi 33. Sumaryczna wartość współczynnika oddziaływania (*IF*) dla tych publikacji jest równa $IF=37,623$. Wśród czasopism, w których Habilitant opublikował prace naukowe wyróżnić należy: *Chemical Engineering & Processing: Process Intensification*, *Industrial & Engineering Chemistry Research* i *Chemical Engineering Research and Design*. Sumaryczna liczba cytowań bez autocytowań według bazy Web of Science na dzień wszczęcia postępowania była równa 164 (i nie zmieniła się na dzień 20.12.2023). Wyznaczony na tej podstawie Indeks Hirscha według bazy danych Web of Science wynosił 6. Spośród 26 prac Habilitanta, które są uwzględnione w analizie wykonanej na podstawie informacji podawanej w tej bazie, 3 z tych prac opublikowane zostały w czasopismach z tzw. pierwszego kwartyłu (Q1).

Dorobek Habilitanta jest zauważany przez innych naukowców, czego wymiernym efektem jest zarówno liczba cytowań, jak i zaproszenia od redakcji czasopism do wykonania recenzji artykułów naukowych. Dr inż. Arkadiusz Chruściel był recenzentem 6 artykułów w czasopismach z listy filadelfijskiej.

Habilitant ma również bogate doświadczenie w realizacji projektów. Projekty, w których brał udział były finansowane z różnych środków, w tym KBN, NCBiR, Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego i Unii Europejskiej. Tematyka badawcza tych projektów była różnorodna i dotyczyła zarówno zagadnień naukowych jak i aplikacyjnych. Na podkreślenie zasługuje fakt pełnienia funkcji kierownika projektu lub zadania badawczego w trzech z dziesięciu projektów, w których Habilitant brał udział. Projekty naukowe realizowane były we współpracy z ośrodkami naukowymi w Polsce, m.in. Instytutem Ciężkiej Syntezy Organicznej w Kędzierzynie-Koźlu, Instytutem Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu, z Politechniką Opolską i Politechniką Gliwicką oraz zagranicznymi, w tym Delft University of Technology i Freiberg University of Mining and Technology

Wśród innych aktywności Habilitanta należy wymienić prace na rzecz różnych firm. Dr inż. Arkadiusz Chruściel jest współautorem siedmiu wdrożeń, wykonał osiemnaście opracowań na zlecenie instytucji publicznych lub przedsiębiorstw oraz zrealizował siedem zadań w ramach nawiązanej współpracy z firmami.

Dr inż. Arkadiusz Chruściel ma też osiągnięcia w zakresie działalności dydaktycznej. Prowadził wykłady na zaproszenie polskich uczelni (Politechniki Poznańskiej, Politechniki Śląskiej) i uczelni zagranicznych (Ruhr-Universität Bochum, Technische Universiteit Delft, Technische Universität Bergakademie

Freiberg). Pełnił funkcję opiekuna trzech prac magisterskich oraz promotora pomocniczego dwóch prac doktorskich. Habilitant jest współautorem rozdziałów w trzech podręcznikach akademickich.

W mojej opinii dorobek publikacyjny i wdrożeniowy dr. inż. Arkadiusza Chruściela spełnia wymogi stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego. Na podkreślenie zasługuje fakt, że oprócz znaczących osiągnięć w obszarze działań dla przemysłu, wynikających z pracy zawodowej, Kandydat brał czynny udział w konferencjach naukowych oraz jest współautorem publikacji w czasopismach naukowych o wysokiej renomie. W ramach realizowanych projektów, Habilitant współpracował z różnymi ośrodkami naukowymi w Polsce i za granicą.

5. Wniosek końcowy

W oparciu o przygotowaną ocenę dorobku naukowego oraz wdrożeniowego dr. inż. Arkadiusza Chruściela stwierdzam, że:

- cykl trzech prac wdrożeniowych pod tytułem „Nowe rozwiązania inżynierijno-procesowe w technologiach ciężkiej syntezy organicznej” jest oryginalnym osiągnięciem naukowym i wnosi istotny wkład w istniejący stan wiedzy, dlatego może stanowić podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria chemiczna
- dorobek naukowy i wdrożeniowy dr. inż. Arkadiusza Chruściela świadczy o umiejętności planowania i realizacji badań naukowych oraz wykorzystania ich w praktyce przemysłowej
- dr inż. Arkadiusz Chruściel wykazuje się aktywnością naukową realizowaną we współpracy z uczelniami polskimi i zagranicznymi.

Dlatego jestem przeświadczona, że osiągnięcie naukowe oraz dorobek dr. inż. Arkadiusza Chruściela spełniają wymagania wskazane w art. 219 ust. 1 pkt 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2020 r. poz. 85 ze zm.). Wnoszę więc do Komisji habilitacyjnej, aby wystąpiła z wnioskiem do Rady Dyscypliny Inżynieria Chemiczna Politechniki Śląskiej o nadanie dr. inż. Arkadiuszowi Chruścielowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria chemiczna.

Podpisano odręcznie przez autora

Donata Konopacka-Łyskawa