

Ocena osiągnięcia naukowego „Ciecze jonowe w technologii chłodnictwa absorpcyjnego – badania fizykochemiczne i termodynamiczne”

oraz

aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej dr inż. Marty Królikowskiej w związku z postępowaniem w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego

Dr inż. Marta Królikowska jest zatrudniona od 2011 r. na stanowisku adiunkta w Katedrze Chemii Fizycznej na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej. Na tej uczelni uzyskała stopień doktora nauk chemicznych na podstawie rozprawy doktorskiej „Tiocyjanianowe ciecze jonowe – właściwości fizykochemiczne i termodynamiczne w układach dwuskładnikowych”, której promotorem była prof. Dr hab. inż. Urszula Domańska-Żelazna.

Podstawą wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego jest cykl 19 publikacji, których współautorką jest Habilitantka, dokumentujących osiągnięcie naukowe pt. „Ciecze jonowe w technologii chłodnictwa absorpcyjnego – badania fizykochemiczne i termodynamiczne”. W 17 z tych publikacji dr inż. M. Królikowska jest pierwszym autorem i równocześnie autorem korespondencyjnym. Wskazuje to na wiodący udział w realizacji opisanych w publikacjach badań, co potwierdzają oświadczenia współautorów i samej Habilitantki. Zgodnie z tymi oświadczeniami udział dr inż. M. Królikowskiej w 15 publikacjach wynosi co najmniej 50%, natomiast w czterech jest trochę mniejszy i wynosi od 30 do 40%. Ważniejszy jest jednak wkład merytoryczny w powstanie publikacji, który Habilitantka określiła jako opracowanie koncepcji pracy, udział w opracowaniu i interpretacji wyników, redakcję manuskryptu, a w niektórych przypadkach także wykonanie części pomiarów. Wszystkie publikacje habilitacyjne ukazały się w dobrych lub bardzo dobrych czasopismach z listy filadelfijskiej o współczynnikach wpływu od 2,257 do 4,561 i punktacji MNiSW od 70 do 100 punktów. Artykuły spotkały się zainteresowaniem innych autorów, co ilustruje liczba cytowań 255 przy najwyższej liczbie cytowań równej 39 dla artykułu opublikowanego w J. Chem. Thermodyn. Od strony formalnej przedstawiony dorobek można uznać za solidną podstawę wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Ocena osiągnięcia naukowego

Motywacją do podjęcia przez dr inż. M. Królikowską badań po doktoracie było zainteresowanie niektórymi aspektami działania absorpcyjnych urządzeń chłodniczych, które opiera się innych zasadach niż bardziej popularnych urządzeń sprężarkowych. Zaletą chłodnictwa absorpcyjnego jest m.in. oszczędność energii elektrycznej co jest jednym z powodów zainteresowania badaczy tą tematyką. W szczególności, kluczowy dla skutecznego działania agregatu absorpcyjnego jest dobór płynu roboczego, który musi spełniać szereg ściśle określonych wymagań. Właśnie w tym obszarze dr inż. M. Królikowska skupiła swoją działalność badawczą, której efektem jest oceniane osiągnięcie habilitacyjne. W momencie podejmowania badań Habilitantka posiadała już znaczne doświadczenie w badaniach fizykochemicznych cieczy jonowych zdobyte podczas realizacji doktoratu, co zapewne pomogło w wyborze tematyki na kolejnym etapie kariery naukowej.

Ciecze jonowe są obiektem badań w wielu różnych aspektach ze względu na ich różnorodne właściwości, takie jak na przykład znikoma prężność par ograniczająca emisję do atmosfery. Ponadto, poprzez dobór kationu i anionu można modelować hydrofilowe i hydrofobowe właściwości tych związków pod kątem konkretnych zastosowań. W kontekście poszukiwań materiałów przeznaczonych do zastosowań w chłodnictwie absorpcyjnym ważne są oczywiście parametry charakteryzujące właściwości cieplne, ale także hydrofilowość i trwałość w roztworach wodnych, ponieważ woda jest stosowana jako czynnik chłodniczy.

Planując swoje badania Habilitantka zwróciła uwagę na stosowany w chłodnictwie płyn roboczy LiBr – woda, który jak słusznie zauważyła można ulepszyć poprzez obniżenie temperatury krystalizacji i zwiększenie rozpuszczalności LiBr w wodzie. Zbadanie potencjału cieczy jonowych jako czynników modyfikujących płyn chłodniczy jest poważnym zadaniem i wyzwaniem zarówno z punktu widzenia potencjalnych zastosowań jak i ważnym tematem badań podstawowych. Dokonany przez Habilitantkę wybór tematu badawczego uważam za racjonalny i dobrze uzasadniony. Ponadto, stanowi on poszerzenie zakresu zainteresowań w stosunku do rozprawy doktorskiej.

W celu uzyskania odpowiedzi na postawione pytanie o przydatność cieczy jonowych jako składników płynu chłodzącego, konieczne było wykonanie wielu pomiarów fizykochemicznych i wyznaczenie m.in. pojemności cieplnej, nadmiarowej entalpii mieszania oraz opisanie wielu równowag fazowych. Dr inż. M. Królikowska właściwie dobrała do swoich badań techniki eksperymentalne, które w dużym stopniu opanowała podczas wykonywania pracy doktorskiej. W planowaniu badań pomocna była także dogłębna analiza danych literaturowych dotyczących układów ciecz jonowa – woda wykonana przez Habilitantkę.

Kluczowym etapem realizacji badań był wybór cieczy jonowych, najważniejszego składnika badanych układów. Ten aspekt został potraktowany w autoreferacie raczej skrótowo poprzez stwierdzenie, że dotychczas badano w kontekście chłodnictwa głównie związki imidazoliowe i

amoniowe i dlatego należy zająć się cieczami jonowymi z innymi kationami. Jest to racjonalne uzasadnienie, jednak może warto było przedstawić wnioski wynikające z badań innych autorów dotyczące wpływu struktury cieczy jonowej na właściwości odpowiednich układów dwuskładnikowych. Taka analiza mogłaby być pomocna w ukierunkowaniu badań w stronę weryfikacji wcześniej zaobserwowanych zależności. Strategia badań przyjęta przez Habilitantkę była inna i opierała się na systematycznym przebadaniu możliwie dużej grupy cieczy jonowych z kationem pirolidyniowym, morfoliniowym, piperydyniowym i pirolidyniowym. W tym podejściu Habilitantka skupiła się na cechach kationów, m.in. na rodzaju podstawników i ich ewentualnym wpływie na rozpuszczalność LiBr w wodzie. W prezentacji koncepcji badań przedstawionej w autoreferacie nie wspomniano o przewidywanym wpływie anionów na badane zjawiska, mimo, że aniony także były zmieniane. Natomiast w trakcie badań zaobserwowano, że rodzaj anionu w cieczy jonowej wpływa na odchylenie badanych układów dwuskładnikowych od doskonałości. Jeśli chodzi o efekty związane z kationami to badania potwierdziły znaną zależność, że wydłużenie podstawnika alkilowego w kationie powoduje wzrost właściwości hydrofobowych i w konsekwencji zmniejsza się rozpuszczalność cieczy jonowej w wodzie.

W wyniku wykonania systematycznej i obszernej charakterystyki 37 układów dwuskładnikowych Habilitantka wykazała, że prawie połowa przebadanych cieczy jonowych wykazuje nieograniczoną mieszalność z wodą, co jest obiecujące dla ewentualnych zastosowań w chłodnictwie. Z kolei analiza odchylenia od prawa Raoult'a doprowadziła do wskazania cieczy morfoliniowych jako tych, dla których odchylenia były największe z powodu silnego oddziaływania cieczy jonowej z wodą. W toku dalszych badań Habilitantka wyznaczyła szereg ważnych wielkości charakteryzujących wybrane układy dwuskładnikowe, jak nadmiarowa entalpia mieszania, gęstość, lepkość czy pojemność cieplna. Uzyskane wyniki posłużyły następnie do symulacji procesu chłodniczego i wytypowania cieczy jonowych o najwyższym współczynniku wydajności chłodniczej modelowego urządzenia (COP). Ten interesujący i wartościowy etap badań pokazał, że niestety żaden z układów opartych na cieczach jonowych nie jest konkurencyjny w stosunku do układu LiBr – woda, dla którego wartość COP była zdecydowanie wyższa. Jednak wskazano kilka cieczy jonowych o stosunkowo wysokich wartościach COP, których dodatkową zaletą były względnie niskie współczynniki cyrkulacji.

Ciekawym i oryginalnym zadaniem podjętym przez dr inż. M. Królikowską było poszukiwanie cieczy jonowych zwiększających rozpuszczalność LiBr w wodzie. Przedmiotem badań była analiza fazy ciekłej w odpowiednich układach i okazało się, że większość cieczy jonowych, poza jedną, powoduje zwiększenie rozpuszczalności. Wyniki zilustrowano Wykresem 14, na którym jednak brakuje legendy, co trochę utrudnia analizę przedstawionych danych.

Przedstawione osiągnięcie naukowe oceniam bardzo pozytywnie. Dr inż. M. Królikowska rzetelnie i systematycznie przebadła dużą grupę cieczy jonowych o różnej budowie i wskazała związki,

które wykazują obiecujące właściwości w kontekście zastosowania w urządzeniach chłodniczych. Wytypowanie tych związków jest cenne, ale sędzę, że tak bogaty materiał upoważniał Habilitantkę do sformułowania bardziej ogólnych wniosków dotyczących zależności między strukturą a właściwościami cieczy jonowych, także z uwzględnieniem wyników uzyskanych przez innych autorów. Szkoda, że takiej krytycznej analizy zabrakło. Należy jednak podkreślić, że tak obszerna charakterystyka cieczy jonowych i ich wodnych roztworów jest istotnym wkładem w rozwój dyscypliny nauki chemicznej, a opublikowane wyniki z pewnością posłużą także innym badaczom.

Ocena aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej

Dorobek naukowy dr inż. M. Królikowskiej jest obszerny, składa się z 59 publikacji, które ukazały się w czasopiśmie z listy filadelfijskiej w ciągu 12 lat (2007 – 2019). Oznacza to bardzo dużą aktywność naukową i publikacyjną Habilitantki, ze średnią ok. 5 publikacji rocznie. Zwraca uwagę fakt, że aż 19 publikacji powstało w latach 2007 – 2011, czyli podczas realizacji rozprawy doktorskiej. Jest to wynik imponujący. Prace z okresu doktoratu dotyczyły poszukiwania cieczy jonowych do zastosowania w procesach ekstrakcyjnych, a wybrana grupa związków to tiocyjanianowe ciecze jonowe z kationami imidazoliowym, pirydyniowym, pirolidyniowym i piperydyniowym. Zastosowanie tych cieczy jonowych do rozdzielania mieszanin węglowodorów przyniosło bardzo dobre rezultaty i wzbogaciło ogólną wiedzę o przydatności cieczy jonowych jako czynników ekstrakcyjnych. Podobne związki Habilitantka badała także po uzyskaniu stopnia doktora, jednak w innym kontekście, potencjalnego wykorzystania w urządzeniach chłodniczych.

Mimo, że współczynniki bibliometryczne nie są najlepszym wskaźnikiem oceny publikacji naukowych, można zauważyć, że średni współczynnik wpływu czasopism, w których Habilitantka publikuje swoje wyniki jest ustabilizowany w całym okresie działalności naukowej i wynosi odpowiednio ok. 2,5 i 2,6 dla prac przed i po doktoracie. O istotnym znaczeniu tych prac dla środowiska naukowego świadczą liczne cytowania, czyli 1282 cytowania niezależne i indeks Hirscha 25.

Dr inż. M. Królikowska jest współautorką 32 prezentacji konferencyjnych, w tym 25 po uzyskaniu stopnia doktora. Osobiście przedstawiała wyniki w formie posterów, niestety nie ma informacji o wygłoszonych wykładach lub ustnych komunikatach. Uczestniczyła w realizacji 9 grantów MNiSW lub NCN, w tym była kierownikiem grantu Sonata. Współpracę międzynarodową dokumentują dwa 3-miesięczne staże na Uniwersytecie Kwa-Zulu w Durbanie, RPA.

Osiągnięcia w zakresie działalności dydaktycznej są znaczące i obejmują opiekę nad realizacją 11 prac licencjackich i 7 prac magisterskich. Zajęcia prowadzone przez Habilitantkę mieszczą się w obszarze chemii fizycznej i obejmują ćwiczenia rachunkowe i laboratoryjne oraz wykład dla studentów I stopnia.

Podsumowanie

Podsumowując stwierdzam, że osiągnięcie habilitacyjne oraz inne osiągnięcia naukowe, dydaktyczne i organizacyjne dr inż. Marty Królikowskiej są wartościowe i wnoszą istotny wkład do nauki w ramach dyscypliny nauki chemiczne. Dr inż. M. Królikowska jest kompetentną i doświadczoną specjalistką w obszarze cieczy jonowych, szczególnie w zakresie ich charakterystyki fizykochemicznej i termodynamicznej oraz potencjalnych zastosowań. Osiągnęła stopień samodzielności naukowej odpowiedni na tym etapie kariery i w pełni zasługuje na uzyskanie stopnia doktora habilitowanego. Stwierdzam, że spełnione są wszystkie warunki określone Ustawą Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 i wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Nauki chemiczne na Wydziale Chemicznym Politechniki Warszawskiej o dopuszczenie dr inż. Marty Królikowskiej do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Królikowska', is located in the lower right quadrant of the page.