

Ocena

osiągnięcia naukowego „*Wpływ procesu samoorganizacji cząsteczkowej na dynamikę molekularną, przewodnictwo elektryczne i własności termiczne odnawialnych żeli jonowych*” oraz dorobku naukowego dr. inż. Michała Bielejewskiego w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego

Michał Bielejewski ukończył w 2005 roku studia magisterskie na Wydziale Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej ze specjalnością fizyka materiałów i nanotechnologie. Ukończył również dwa studia podyplomowe: w zakresie uprawnień pedagogiczno-dydaktycznych oraz w zakresie kierowania projektem badawczo-rozwojowym. Studia doktoranckie odbył w Instytucie Fizyki Molekularnej PAN w latach 2005-2009. Stopień doktora nauk fizycznych uzyskał w 2009 roku po przedstawieniu rozprawy dotyczącej żeli molekularnych, a promotorem pracy była prof. dr hab. Jadwiga Tritt-Goc.

Od roku 2010 dr Michał Bielejewski jest adiunktem w IFM PAN. W latach 2011/2012 odbył staż naukowy w Królewskim Instytucie Technicznym w Sztokholmie. Oprócz tego kandydat odbył krótkie staże naukowe w Niemczech na Uniwersytecie Bayreuth oraz na Słowenii w Instytucie Jozefa Stefana. Szczególnie ważny dla rozwoju naukowego M. Bielejewskiego był pobyt w Szwecji, gdzie zetknął się on z nową tematyką badawczą związaną z układami jonowymi, mikro-emulsjami oraz nową metodyką badawczą. Podczas tego pobytu, oprócz badań eksperymentalnych, których celem było między innymi wyznaczenie zakresu stosowalności metody elektroforezy jądrowego rezonansu magnetycznego w układach o dużej koncentracji jonów, był odpowiedzialny w zespole za przeprowadzenie symulacji komputerowych dla badanych układów jonowych. Wiedza zdobyta podczas tego szwedzkiego wyjazdu, dotycząca zwłaszcza termicznie odwracalnych faz żelowych domieszkowanych jonami, pozwoliła na wprowadzenie tej tematyki badawczej w IFM PAN. Sukces związany z pobytem w Sztokholmie dowodzi dużych zdolności Michała Bielejewskiego, a jego intensywny rozwój naukowy po tym pobycie, powinien być wzorcem i impulsem dla wielu młodych

doktorów, którzy dotąd nie odbyli żadnego stażu w ośrodku zagranicznym.

Głównym przedmiotem zainteresowań naukowych dr. Michała Bielejewskiego są żele supramolekularne, tj. takie, w których molekuly tworzące matrycę żelową nie są połączone wiązaniami kowalencyjnymi (jak w przypadku szeroko już stosowanych żeli zbudowanych na bazie polimerów konwencjonalnych), ale wiązaniami znacznie słabszymi, typu wiązań wodorowych, czy przeniesienia ładunku. Istotna różnica pomiędzy tymi dwoma typami polimerów tkwi w relacji pomiędzy energią wiązania monomerów w polimerze, a średnią energią pobudzenia termicznego cząsteczek, kT . W przypadku polimerów konwencjonalnych energia wiązania chemicznego znacznie przewyższa kT , natomiast w polimerach supramolekularnych energia termiczna kT jest porównywalna z energią wiązań monomerów. W konsekwencji, różna jest termiczna trwałość tych polimerów, od niezwyklej odporności termicznej (polimery konwencjonalne), do stosunkowo łatwej destrukcji termicznej (polimery supramolekularne). Ideałem tutaj byłyby polimery o własnościach pośrednich pomiędzy tymi dwiema skrajnymi opcjami i w tym kierunku zmiernają badania w tej dziedzinie. Odpowiednio usieciowane polimery obu typów mogą mieć zdolności żelujące, tzn. zdolności do uwięzienia pewnej ilości cieczy w sieci polimerowej. Dodanie do tej cieczy jonów tworzy wówczas żel jonowy, na który zapotrzebowanie jest ogromne, szczególnie w związku z problemem magazynowania energii elektrycznej. Jak wiadomo, zapotrzebowanie na wydajne i bezpieczne akumulatory jest duże, nie tylko ze względu na wzrastającą produkcję tzw. samochodów hybrydowych.

Przedmiot badań naukowych Michała Bielejewskiego jest więc bardzo aktualny i ważny zarówno z poznawczego, jak i praktycznego punktu widzenia.

Dorobek naukowy habilitanta obejmuje 24 publikacje. Może ilościowo nie jest to dorobek imponujący, ale odpowiada to aktualnym dyrektywom: mniej prac, ale dobrych i opublikowanych w dobrych czasopismach. Większość prac Michała Bielejewskiego jest bardzo dobra i została opublikowana w bardzo dobrych czasopismach o zasięgu światowym.

W postępowaniu habilitacyjnym dr M. Bielejewski przedstawił zbiór 10 publikacji jako osiągnięcie naukowe, które opatrzył tytułem „*Wpływ procesu samoorganizacji cząsteczkowej na dynamikę molekularną, przewodnictwo elektryczne i własności termiczne odnawialnych żeli jonowych*”. Prace te ukazały się w latach 2014-2018. Wśród nich, 7 prac jest wieloautorskich, w których (z wyjątkiem jednej) M. Bielejewski jest pierwszym autorem i równocześnie korespondentem oraz 3 prace, gdzie habilitant jest jedynym autorem. W znacznej większości prace zostały opublikowane w bardzo dobrych czasopismach takich jak: *Soft Matter*; *Phys.*

Chem. Chem. Phys.; Electrochim. Acta, (2 prace); J. Electrochem. Soc.; RSC Advances; J. Coll. & Interface Sci.; J. Sol-Gel Sci & Technol.; J. Vis.Exp.; i J. Magn. Resonanse. Deklarowany udział habilitanta w pracach zespołowych wynosi średnio 70%. W tym względzie oświadczenia współautorów tych prac są spójne z informacjami podanymi przez habilitanta w stosownej dokumentacji. Współautorzy podkreślają wiodącą rolę M. Bielejewskiego zarówno podczas formułowania problemu naukowego, jak i jego realizacji.

Trzy główne zagadnienia są przedmiotem prac przedstawionych jako osiągnięcie naukowe. Jest to przede wszystkim sposób wytwarzania supramolekularnych żeli jonowych, jako nowej generacji termicznie odwracalnych elektrolitów stałych. Po drugie, są to badania podstawowe dotyczące relacji pomiędzy rodzajem matrycy żelowej oraz typem elektrolitu wypełniającego tę matrycę, a zdolnością przewodzenia jonów przez taki złożony układ. I wreszcie, trzeci ważny problem, to badania relacji ciało stałe - ciecz, w której uczestniczy powierzchnia żelatora.

Przedstawiony zestaw 10 publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe dr. Michała Bielejewskiego, jest zbiorem tematycznie spójnym i dotyczy ważnej i aktualnej tematyki badawczej. Zbiór ten spełnia wymagania stawiane rozprawom habilitacyjnym, określonym w rozporządzeniu MNIŚzW z 2011 roku.

Wyniki zawarte w przedstawionym osiągnięciu naukowym, a w szczególności:

- ewidencja procesu samoorganizacji molekuł prowadzącego do wytworzenia struktury żelatora,

- pokazanie, że struktura ta nie ulega destrukcji w obecności jonów, co umożliwia wytworzenie trwałego żelu jonowego,

- podanie przepisu na wytwarzania matryc żelowych o zadanej mikrostrukturze,

- odkrycie zjawiska wzmocnienia przewodnictwa jonowego żelu i określenie warunków wystąpienia tego interesującego efektu,

są ważne i stanowią istotny wkład do rozwoju fizyki molekularnej układów przewodzących. Osiągnięcie tych wyników było możliwe przy zastosowaniu wielu metod badawczych, a w szczególności spektroskopii NMR, dyfuzjometrii i relaksometrii NMR. Ponadto, do celów ilościowego scharakteryzowania oddziaływań międzymolekularnych istotnych w procesie samoorganizacji molekuł, zastosowano spektroskopię w podczerwieni, Ramana i UV-VIS. Metody doświadczalne były wspomagane obliczeniami kwantowo-mechanicznymi przy użyciu metod stosowanych w chemii teoretycznej (DFT i TD-DFT).

Ważnym osiągnięciem habilitanta było opracowanie nowej metody doświadczalnej

umożliwiającej pomiary przewodnictwa elektrycznego równocześnie z rozwojem procesu samoorganizacji molekularnej w powstającym żelu jonowym.

Przedmiotem badań przedstawionych w pozostałych pracach z dorobku naukowego dr. Michała Bielejewskiego były problemy samoorganizacji molekularnej w cieczach, w szczególności takich, które mają zdolności żelujące w określonym zakresie temperatur. Celem tych prac było poznanie związku pomiędzy budową cząsteczek, a ich zdolnością do samoorganizacji prowadzącej do możliwości uwięzienia cząsteczek cieczy, czyli do żelowania. Jest to problem niezwykle szeroki, a utworzenie nowego układu żelowego o korzystnych własnościach w zakresie magazynowania i przewodzenia jonów, wymaga wielu prób i badań wstępnych.

Lektura prac habilitanta, zarówno tych przedstawionych jako osiągnięcie naukowe, jak i pozostałych pokazuje, że dr Michał Bielejewski jest twórczym i dojrzałym specjalistą w zakresie fizyki molekularnej układów samoorganizujących się.

Według aktualnych danych Web of Science prace habilitanta były cytowane ponad 200 razy (bez autocytacji). Jest to wynik niezły na tym etapie kariery naukowej, chociaż zawsze oczekuje się większej liczby cytowań. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że najważniejsze prace M. Bielejewskiego ukazały się w ostatnich latach i nie mam wątpliwości, że ich cytowalność w literaturze światowej będzie duża.

Wyniki swoich badań habilitant przedstawiał na ponad 20 konferencjach krajowych i zagranicznych, w tym 10 razy w postaci referatu konferencyjnego. Pięciokrotnie był zapraszany do wygłoszenia referatu w ośrodkach krajowych i zagranicznych. Jest aktywny w pozyskiwaniu i realizacji grantów. Był kierownikiem grantu z konkursu SONATA 6, a obecnie jest głównym wykonawcą lub wykonawcą w trzech grantach, w tym w europejskim grantie w ramach Horyzontu 2020.

Habilitant posiada dość znaczący dorobek dydaktyczny. Był opiekunem praktyk studenckich, opiekunem pracy magisterskiej studenta Politechniki Poznańskiej oraz był promotorem pomocniczym jednej rozprawy doktorskiej.

Podsumowanie

Wysoko oceniam dorobek naukowy oraz aktywność konferencyjną dr. Michała Bielejewskiego. Cykl 10 prac stanowiących osiągnięcie naukowe, będących podstawą wystąpienia o stopień naukowy doktora habilitowanego, jak i pozostały dorobek naukowy habilitanta, reprezentują wysoki poziom naukowy i wnoszą istotny wkład kandydata do

rozwoju fizyki fazy skondensowanej. Osiągnięcia dr. M. Bielejewskiego dowodzą, że jest on samodzielnym badaczem naukowym wysokiej klasy i jest zdolny do kierowania badaniami.

Wnoszę o przyjęcie rozprawy habilitacyjnej dr. Michała Bielejewskiego i uważam za w pełni uzasadnione nadanie autorowi tej rozprawy stopnia doktora habilitowanego.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Bielejewski', is positioned in the upper right quadrant of the page. The signature is fluid and cursive, with a long horizontal stroke at the end.