

Politechnika Wrocławska

Wydział Chemiczny, Zakład Inżynierii i Technologii Polimerów

50-370 Wrocław, Wybrzeże Wyspiańskiego 27

Prof. dr hab. inż. Jacek Pigłowski, prof. zw.

Wrocław, 14.11.2018

Tel. (071) 320 35 10

e-mail: jacek.piglowski@pwr.wroc.pl

RECENZJA

cyklu publikacji naukowych pt. „**Porowate materiały i kompozyty polimerowe; projektowanie, preparatyka, właściwości i zastosowanie**” oraz ocena osiągnięć naukowych i aktywności naukowej pani dr inż. Beaty Fryczkowskiej, w związku z prowadzonym postępowaniem habilitacyjnym. Recenzję wykonano na zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego dr hab. inż. Mieczysława Pajora, prof. nadzw. (pismo WIMiM/311/2018 z dnia 17 października 2018 r.), na podstawie decyzji Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów (pismo nr BVCK-VI-L-7177/18 z dnia 7 września 2018 r.)

1. Sylwetka naukowa Habilitantki

Dr inż. Beata Fryczkowska ukończyła studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach, uzyskując w roku 1993 tytuł magistra inżyniera (specjalność: technologia tworzyw sztucznych). Stopień naukowy doktora nauk chemicznych uzyskała w roku 2004 w Politechnice Śląskiej, również na Wydziale Chemicznym, na podstawie rozprawy pt. „Badania nad syntezą i właściwościami soli 2-(N-acyloamino)-winylofosfoniowych i ich pochodnych” wykonaną pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Romana Mazurkiewicza.

Po studiach rozpoczęła pracę w Filii Politechniki Łódzkiej w Bielsku Białej. Przeszła tam wszystkie dotychczasowe stopnie kariery naukowej zaczynając od stanowiska asystenta-stażysty, poprzez stanowisko asystenta aż do awansu na adiunkta w Akademii Techniczno-Humanistycznej gdzie pracuje obecnie.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Cykl prac przedstawiony jako osiągnięcie naukowe składa się z 9 publikacji ([A1] do [A9]) znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR) oraz 3 prac naukowych w krajowych czasopiśmie. Co ciekawe, publikacje te, poza jedną, powstały w latach 2017 i 2018 (odpowiednio 7 i 7 publikacji, wg bazy Scopus). Habilitantka w roku 2013 opublikowała 3

prace a w latach 2015 i 2016 po jednym dokumencie. Trudno odpowiedzieć na pytanie dlaczego tak drastycznie wzrosła aktywność publikacyjna w ostatnich dwóch latach (rok 2018 się jeszcze nie skończył)? Może pozytywny efekt krytykowanej często nowej ustawy w zakresie postępowania habilitacyjnego, która skutecznie wymusza wzrost aktywności naukowej i w konsekwencji pokazuje potencjał rozwojowy kandydatów do stopnia doktora habilitowanego. Należy mieć tylko nadzieję, że po imponującym finiszu Habilitantka nie osiadzie na lurach i da jeszcze znać o swoich osiągnięciach w przyszłości. Za wyjątkiem dwóch prac opublikowanych w polskim czasopiśmie *Inżynieria Ekologiczna*, wszystkie pozostałe ukazały się w języku angielskim. Sumaryczny *impact factor* wg listy Journal Citation Reports, dotyczący cyklu publikacji przedstawionych jako osiągnięcie naukowe wynosi 11,356.

Pośród osiągnięć związanych z omawianym cyklem publikacji Habilitantka przedstawia pokaźną liczbę wystąpień na konferencjach naukowych krajowych i zagranicznych. W tym przypadku mamy również do czynienia z wąskim przedziałem czasu lat 2014-2017.

Wszystkie publikacje są wieloautorskie, w czym oczywiście nie ma nic złego, zwłaszcza gdy rozważyć interdyscyplinarny charakter badań. Ponadto aż w 9 na 12 pracach pani dr inż. Beata Fryczkowska jest pierwszym autorem, co zwykle oznacza wiodącą rolę w badaniach objętych publikacją. W tym kontekście warto się zastanowić nad procentowym udziałem autorów we wspólnym dziele jakim jest publikacja. Kontrowersyjne wydaje się przypisywanie sobie aż 80% udziału, zwłaszcza jak współautorami publikacji jest 5 osób. Z uwagi na trudność oszacowania realnego wkładu autorów warto rozważyć np. trójstopniową skalę oceny: >25%, >50% i >75% wskazujące na istotny (>25%), większościowy (>50%) lub niemal samodzielny (>75%) wkład w powstanie pracy. Jeśli dodatkowo uwzględnić oznaczaną gwiazdką rolę autora odpowiedzialnego za korespondencję lub koordynatora projektu badawczego uzyskuje się bardziej realny obraz udziałów częściowych. W konkretnym przypadku nie mam żadnych zastrzeżeń do „niemal samodzielnego” wkładu Habilitantki. Tak się bowiem składa, że Centralna Komisja ds. Tytułów i Stopni Naukowych powoływała mnie w ostatnich latach do udziału w kilku postępowaniach kwalifikacyjnych osób z otoczenia naukowego Habilitantki i znam dobrze osiągnięcia współautorów, których nazwiska pojawiają się w publikacjach wchodzących w skład ocenianego osiągnięcia naukowego.

Nie mam też wątpliwości, że przedstawiane publikacje są spójne treściowo i spełniają wymogi Ustawy, która wymaga by „cykl publikacji był powiązany tematycznie”. Cztery prace w grupie ([A1] do [A9]) opublikowano w *Desalination and Water Treatment* co uwzględniając profil czasopisma potwierdza jednotematyczność zbioru. Szkoda, że Autorka nie zdecydowała się na publikowanie prac w innych czasopismach jak np. *J. Appl. Polym. Sci*, *European Polymer Journal* lub *Journal of Membrane Science*, co podniosłoby znaczenie publikacji i zwiększyło sumaryczny współczynnik oddziaływania.

3. Ocena merytoryczna

Głównym obszarem zainteresowań naukowych Habilitantki jest projektowanie nowych materiałów z konwencjonalnych, dostępnych w handlu polimerów, z wykorzystaniem

różnych metod modyfikacji fizycznej w celu osiągnięcia określonych właściwości fizykochemicznych, co jest istotą nowoczesnej inżynierii materiałowej. Przedmiotem badań są zasadniczo trzy polimery poliakrylonitryl (PAN), polidifluorowinyлід (PVDF) oraz celuloza (CEL). Wybór tych polimerów jest interesujący, umożliwia bowiem Autorce śledzenie efektów modyfikacji na jednym z podstawowych materiałów wykorzystywanych w włókiennictwie (PAN), w PVDF, reprezentującym materiał o właściwościach piezoelektrycznych oraz w celulozie, materiale pochodzenia naturalnego. Oczywiście zastosowanie tych polimerów do wytwarzania membran jest znane od dawna, ale ich modyfikacja dodatkami zwiększającymi przewodnictwo elektryczne a zwłaszcza konsekwencje takiej modyfikacji w procesach separacyjnych jest mało poznane i stanowi nowość naukową.

W przypadku membran kompozytowych poliakrylonitryl/polianilina (PAN/PANI) Autorce udało się uzyskać bardzo dobry wynik w postaci detekcji kwaśnych roztworów na poziomie 0.1 ppm. Efektem zaproponowanej przez Habilitantkę modyfikacji jest też zwiększenie hydrofilowości powierzchni membrany co znajduje odzwierciedlenie we właściwościach transportowych. W mojej ocenie to bardzo dobre osiągnięcie techniczne. W pracach [A3] i [B2] opisane zostały: sposób otrzymywania i właściwości membran, w których PAN modyfikowano tlenkiem grafenu (GO). Doniesienia literaturowe wskazują, że uzyskanie jednorodnej dyspersji polimeru i tlenku grafenu w rozpuszczalniku nie jest proste. Habilitantka opracowała odpowiednią procedurę mieszania składników w DMF i wykazała, że w temperaturze 50⁰C dochodzi do silnych oddziaływań polarnych grup cyjanowych z grupami zawierającymi atomy tlenu w GO. Oddziaływania te są czynnikiem stabilizującym dyspersję i zostały przez Autorkę potwierdzone pomiarami DSC (oddziaływania) i WAXS (struktura fazowa). Badania w tym zakresie wykazały, że membrany kompozytowe GO/PAN są bardzo skuteczne w procesach usuwania jonów żelazowych (III) a także ołowionych (II). Bardzo cenne od strony naukowej jest też wyjaśnienie przyczyn wzrostu strumienia permeatu podczas przepływu wodnego roztworu FeCl₃. Habilitantka sugeruje, że wzrost strumienia spowodowany tworzeniem się kanałów (efekt nietrwałych połączeń koordynacyjnych grup tlenowych w GO z jonami żelaza III) przez które następuje transport wody. Stawianą hipotezę potwierdzono analizą widm Ramana.

Innym materiałem węglowym wykorzystywanym w badaniach Habilitantki były wielościenne nanorurki węglowe (MWCNT). Również w tym przypadku efekty modyfikacji hydrofilowego poliakrylonitrylu są znaczące. Przykładowo statyczny kąt zwilżania membrany kompozytowej MWCNT/PAN wzrósł do wartości 130⁰C. Szkoda, że Autorka nie podaje wartości dla niemodyfikowanego poliakrylonitrylu, łatwiej byłoby się zorientować w skali zmian. Ponieważ w pracach wykorzystywano wodne roztwory należy się domyślać, że pomiar kąta zwilżania powierzchni membrany odbywał się z wykorzystaniem wody. Ale nie musi to być regułą. Dlatego w opisie pomiaru napięcia powierzchniowego należy zawsze podawać informacje o charakterze użytej w pomiarach cieczy (najczęściej wody i diiodometanu). Również w przypadku membran kompozytowych MWCNT/PAN opracowanych przez Habilitantkę rysują się perspektywy wykorzystania wyników w praktyce (wspomniane w

autoreferacie wyniki dla ścieków pogalwanicznych). Niedosyt budzi brak wyraźnego porównania efektów modyfikacji poliakrylonitrylu z wykorzystaniem obydwu modyfikatorów węglowych GO i MWCNT, które mimo identycznych wiązań między atomami o hybrydyzacji sp^2 różnią się wieloma parametrami, choćby współczynnikiem kształtu, zdolnością dyspergowania w środowisku cieczy lub w stopach polimerowych etc.

Pomysł wykorzystania materiałów węglowych do modyfikacji membran był kontynuowany przez Habilitantkę w pracach z polidifluorowinylenem. Pierwsze doświadczenia w pracy z tym polimerem Autorka zdobyła podczas badań z kompozytami włóknistymi PLA/PVDF. Fakt ten jest potwierdzeniem wszechstronnych zainteresowań Habilitantki i umiejętności przenoszenia doświadczeń z współpracy z innymi grupami badawczymi i wykorzystania ich do budowania własnego image'u naukowego. Osiągnięciem w zakresie modyfikacji PVDF jest opracowanie mokrej metody otrzymywania membran kompozytowych GO/PVDF o rozwiniętej powierzchni właściwej i dobrych właściwościach transportowych.

Ostatnia część cyklu publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego poświęcona jest otrzymywaniu materiałów porowatych na bazie celulozy. Celuloza (CEL) jest liniowym polisacharydem, polimerem naturalnym i przykładem materiału pochodzącego ze źródeł odnawialnych. Historia wykorzystania celulozy jest długa i bogata w wiele fascynujących odkryć związanych z jej modyfikacją i zastosowaniami. W tej historii swoje szczególne miejsce zajmuje problem trudności w jej rozpuszczaniu, czego wymaga wiele technologii przetwórstwa. CEL jest nierozpuszczalna w wodzie oraz większości rozpuszczalników organicznych. Po doświadczeniach z drogimi i szkodliwymi dla środowiska substancjami (np. CS_2) nowoczesne technologie nastawione są na wykorzystanie cieczy jonowych (zielona chemia). Habilitantka postawiła sobie za cel usystematyzowanie wiedzy dotyczącej wpływu bodowcy szeregu koagulantów na proces koagulacji celulozy rozpuszczonej w octanie 1-etylo-3-metyloimidazolu. Efektem tych badań są publikacje [A6] i [A7]. Wynika z nich, że istnieje związek między momentem dipolowym alkoholu, innymi słowy ilością atomów węgla w cząsteczce alkoholu pierwszorzędowego wykorzystywanego jako koagulant a porowatością membrany. To stwierdzenie, to cenny wkład Habilitantki do rozwoju technologii wytwarzania membran celulozowych metodami nieuciążliwymi dla środowiska.

4. Ocena istotnej aktywności naukowej

Dr inż. Beata Fryczkowska opracowała wraz ze współpracownikami (przy niepodważalnej Jej roli jako inspiratora badań i głównego wykonawcy) szereg nowych materiałów porowatych (głównie membran) posiadających polepszone właściwości użytkowe. Biorąc za punkt wyjścia znane polimery, za pomocą metod fizycznej modyfikacji, które twórczo rozwinęła, wytworzyła wiele nowych membran separacyjnych. Pokazała też w jaki sposób można w procesach wytwarzania membran zastosować materiały węglowe nowej generacji (GO i MWCNT).

Prace należące do cyklu charakteryzuje połączenie wyraźnej orientacji aplikacyjnej z wnikliwą oceną właściwości wytworzonych membran oraz próbą wyjaśnienia zależności między strukturą i właściwościami badanych materiałów. Ta druga część nadaje całości cyklu

bardziej naukowy charakter. Habilitantka stosuje szeroki wachlarz nowoczesnych technik instrumentalnych. Interpretacja wyników nie budzi zastrzeżeń.

Trudno pominąć w ocenie osiągnięć Habilitantki rolę środowiska naukowego, w którym pracuje i się rozwija. W mojej ocenie Zakład Materiałów Polimerowych ATH stanowi czołowy ośrodek naukowy w kraju, zarówno w osiągnięciach związanych z wytwarzaniem różnych form grafenu jak i projektach związanych z jego wykorzystaniem (nie tylko w skali laboratoryjnej).

5. Ocena innych osiągnięć naukowo-badawczych – aktywności naukowej

W tej kategorii Habilitantka przedstawia 15 prac ([C1] – [C15]) pochodzących z lat 1999-2017, w tym dwie o bardzo dobrym współczynniku oddziaływania, szczególnie gdy się uwzględni dyscyplinę jaką reprezentuje (Composites Science and Technology, IF=3.328).

Dr Beata Fryczkowska jest współautorem 3 patentów i 2 zgłoszeń patentowych tematycznie związanych z szeroko pojętą inżynierią materiałową.

Z przedstawionych w Autoreferacie danych wynika, że prace Habilitantki były cytowane 64 razy (bez autocytowań), sumaryczny *impact factor* publikacji wynosi Σ IF = 32.258, a indeks Hirscha wg bazy Web of Science wynosi H=6 (stan na 07.05.2018). Baza Scopus podaje zbliżone dane, w tym indeks H=5. Po doktoracie aż do momentu złożenia wniosku Habilitantka publikowała 32 prace w tym 19 w czasopiśmie ze współczynnikiem IF. Oznacza, że średnio rocznie publikowała prawie 2,5 pracy.

Wyniki prac Habilitantki prezentowane były na 28 konferencjach międzynarodowych i 8 krajowych, nie licząc 17 wystąpień konferencyjnych, które wchodzi w skład recenzowanego osiągnięcia naukowego. To imponujący dorobek nawet jeśli w jakimś stopniu podyktowany był chęcią poznania świata.

6. Ocena dorobku organizacyjnego, dydaktycznego i popularyzatorskiego

Habilitantka brała udział w realizacji 1 międzynarodowego oraz 7 krajowych projektów badawczych. W projekcie 3 T08E 082 29 „Celuloza przewodząca prąd elektryczny do zastosowań w tanich układach elektronicznych i antyelektrostatycznych”; (24.10.2005 r. - 23.10.2007 r.) była kierownikiem projektu. Była też wykonawcą w 2 „dużych” projektach realizowanych w ramach konsorcjów badawczych: projekt kluczowy BIOGRADEX „Biodegradowalne wyroby włókniste” realizowany ze środków Unii Europejskiej w ramach programu „Innowacyjna Gospodarka”, nr umowy o dofinansowanie POIG.01.03.01-00-007/08-00 ; (17.11.2008 r.-30.03.2014 r.) oraz projekt MEMSTENT „Polimerowe chirurgiczne systemy resorbowalne z pamięcią kształtu” realizowany ze środków Unii Europejskiej w ramach programu „Innowacyjna Gospodarka”, nr umowy o dofinansowanie POIG.01.03.01-00-123/08-03; (01.04.2009 r. - 30.09.2013 r.).

Za wyróżniającą działalność naukową 4-krotnie była nagradzana nagrodą Rektora ATH. Dr inż. Beata Fryczkowska jest członkiem Polskiego Towarzystwa Chemicznego (PTChem) oraz Polskiego Towarzystwa Membranowego (PTMem). W ramach programu ERASMUS regularnie opiekuje się studentami zagranicznymi realizując kurs Organic Chemistry

Laboratory. Osiągnięć na tym polu Habilitantka ma doprawdy wiele. Wymienię więc jeszcze tylko niektóre jak: organizacja „Dni Otwartych” na Wydziale Nauk o Materiałach, Budownictwie i Środowisku, koordynator inicjatywy pod nazwą Akademia Młodych Inżynierów. Była opiekunem 71 prac studenckich w tym 34 magisterskich i 37 inżynierskich, jest również opiekunem Koła naukowego **pol-IM-er**. Godnym zauważenia jest też fakt, że Habilitantka wspólnie ze studentem, przygotowali zgłoszenie patentowe nr P.424927 z dnia 19.03.2018 pt. „Modyfikowane granule celulozowe oraz sposób wytwarzania modyfikowanych granuli celulozowych”.

Z własnej działalności organizacyjnej wiem jak trudno pozyskać do pracy na rzecz uczelni czy wydziału wielu nauczycieli akademickich zainteresowanych tylko rozwojem własnej kariery (w tym habilitacją). Z podziwem odnoszę się więc do aktywności Habilitantki, zaangażowanej aż w 9 komisjach Rady Wydziału czy też zespołach pracujących w organizacji dydaktyki, oceny jakości kształcenia etc. Nie muszę też dodawać, że osoba taka jak Habilitantka ma doświadczenie we wszystkich formach nauczania, od wykładów począwszy, na laboratoriach i ćwiczeniach skończywszy.

7. Wnioski końcowe

W podsumowaniu stwierdzam, że monolityczny cykl publikacji autorstwa pani dr inż. Beaty Fryczkowskiej zawiera szereg oryginalnych rozwiązań z zakresu modyfikacji polimerowych membran przy pomocy materiałów węglowych na różnym poziomie integracji. Opis zagadnień związanych z określeniem wpływu nanometrycznych struktur węglowych na rozwinięcie powierzchni właściwej i optymalizację właściwości transportowych membran polimerowych wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa. Wyniki prac Habilitantki przedstawione są w dobrych czasopismach o obiegu międzynarodowym, były również prezentowane podczas krajowych i międzynarodowych konferencji naukowych. Wszystko to świadczy o istotnej aktywności naukowej Habilitantki. Stwierdzam, że dr inż. Beata Fryczkowska jest dojrzałym naukowcem i spełnia wymagania ustawy 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), z późniejszymi zmianami (tekst jednolity DZ. U. z 22 grudnia 2014 r.) i wnioskuję o dopuszczenie Jej do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa.