



POLITECHNIKA POZNAŃSKA
WYDZIAŁ TECHNOLOGII CHEMICZNEJ

prof. dr hab. Andrzej Lewandowski
e-mail: andrzej.lewandowski@put.poznan.pl

Poznań, 20. 02. 2019

Ocena dorobku naukowego oraz wniosku

dr inż. Leszka Niedzickiego

o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego

w dziedzinie nauki techniczne, dyscyplina technologia chemiczna

na podstawie cyklu publikacji pod wspólnym tytułem:

**„Zastosowanie organicznych soli litowych jako składników elektrolitów w chemicznych
źródłach prądu”**

Przebieg kariery zawodowej

Pan Leszek Niedzicki urodził się w 1984 roku w Warszawie. Studia chemiczne ukończył na Wydziale Chemicznym Politechniki Warszawskiej, broniąc w 2006 roku pracę magisterską ‘Charakterystyka transportu kationów litowych w elektrolitach niewodnych polimerowych’ (kierująca pracą dr inż. Regina Borkowska). Pracę doktorską na temat ‘Characterization of new generation of electrolytes based on imidazole derivatives salts’, wykonaną pod promotorstwem prof. Władysława Wieczorka, obronił w 2010 roku na Wydziale Chemicznym Politechniki Warszawskiej. Od tego czasu prowadzi działalność naukową na

Wydziale Chemicznym, Katedra Chemii Nieorganicznej, Politechnika Warszawska
(zatrudnienie na stanowisku adiunkta od 01.04.2010).

Parametryczna ocena całości dorobku naukowego

Według bazy Scopus (stan w dniu 21.01.2019), hasło: 'Niedzicki L.; afiliacja: Politechnika Warszawska, Faculty of Chemistry' związane jest z 29 pozycjami, index H = 14, ilość wszystkich cytowań 646 oraz po odjęciu auto-cytowań wszystkich autorów 476 (H = 12). Auto-cytowania autorów tych prac stanowią więc około 26 % całości cytowań. Roczna ilość cytowań oscyluje blisko liczby 100 (65 w 2015 roku, 90 w 2016 roku, 116 w 2017 roku i 76 w 2018 roku). Dorobek powstał przy udziale 66 współautorów, w tym pięć prac jest cytowanych co najmniej 50 razy (50, 59, 60, 65, 79).

Prace publikowane były w takich czasopismach jak: J. Power Sources (7 prac 24.1 %) Electrochimica Acta (6 prac, 20,7 % dorobku), Solid State Ionics (4 prace 13.8 %), czy Physical Chemistry Chemical Physics (2 prace 6.9 %), oraz w innych. Ogólnie można stwierdzić, że prace zostały opublikowane w bardzo dobrych czasopismach o zasięgu światowym.

W dorobku wymienionym w bazie Scopus nie znalazłem pracy wykonanej samodzielnie (bez współautorów). 21 prac powstało przy udziale lidera grupy badawczej i promotora pracy doktorskiej prof. dr hab. inż. Władysława Wieczorka oraz 18 dr hab. inż. Marka Marcinka. Prace były ogólnie publikowane w szerokim gronie współautorów.

Głównym tematem prac w dorobku kandydata są elektrolity przewodzące jony litu. Dane parametryczne całości dorobku są bardzo dobre.

Parametryczna ocena osiągnięć naukowych będących podstawą wniosku

Podstawą wniosku jest 8 wybranych publikacji, opublikowanych w latach 2011 – 2017 oznaczonych w autoreferacie symbolami H1 – H8. Pozycja H8 to udzielony patent polski. Wybrane prace omawiają elektrolity dla ogniw litowych i litowo-jonowych. Wartości parametru 'impact factor' czasopism w których opublikowano wybrane publikacje wynoszą (według autoreferatu): H1: 4.95, H2: 4.50, H3: 4.49, H4: 4.80, H5: 3.29, H6: 6.39 oraz H7: 2.53. Prace te (H1-H7) zostały opublikowane więc w czasopismach o cyrkulacji światowej i wysokim współczynniku IF.

Wybrane prace są spójnym zbiorem referującym wyniki badań nad określoną w tytule rozprawy dziedziną.

Autoreferat podaje również następujące dokonania po doktoracie: 4 patenty przyznane, 3 zgłoszenia patentowe, 6 wdrożonych technologii. Kandydat pełni rolę promotora pomocniczego w 2 przewodach doktorskich.

Cel badań stanowiących podstawę wniosku

Podstawowym elementem każdej pracy badawczej jest trafne sformułowanie podstawowych pytań, na które znalezienie odpowiedzi może prowadzić w kierunku rozwoju danej dziedziny. Analiza publikacji oraz autoreferatu sugeruje wyraźny główny cel naukowy jakim było przetestowanie możliwości utworzenia i stosowania nowej generacji elektrolitów do ogniw litowych i litowo-jonowych, czyli wykazujących dużą ruchliwość jonu Li^+ . Chodzi tu o nowe sole litu i dobór rozpuszczalników dedykowanych tym solom. Temat ten jest rozwijany przez Kandydata od początku Jego pracy naukowej.

Ocena merytoryczna prac będących podstawą wniosku

Ocenę merytoryczną oddzieliłem wyraźnie od analizy parametrycznej, gdyż współczynnik 'impact factor' czasopism czy ilość cytowań nie muszą być bezpośrednio związane z ważnością opublikowanych prac. Podrozdział ten ma na celu analizę wyników pracy habilitanta oraz ich interpretacji (dyskusji), referowanych w pozycjach H1-H8 oraz w autoreferacie. Równocześnie pominię tutaj szczegóły badań opisane w poszczególnych publikacjach, skupiając się na ocenie całościowej wybranego dorobku.

Istotą prac była głównie próba skomponowania z rozpuszczalników, soli litu i dodatków takich elektrolitów niewodnych, które charakteryzowałyby się dobrym przewodnictwem przy wysokich liczbach przenoszenia jonu Li^+ . Układy te powinny również charakteryzować się dobrą stabilnością termiczną, chemiczną i elektrochemiczną. Jest to ważne z powodów zapewnienia bezpieczeństwa, gdyż przy napięciach rzędu 4 V (opisujące większość komercyjnych układów litowo-jonowych) rozkład elementów elektrolitu jest bardzo prawdopodobny. Powszechnie stosowana sól litu LiPF_6 nie spełnia wszystkich wymagań – z jednej strony łatwo tworzy warstwę SEI ochraniającą anodę, z drugiej niekontrolowany rozkład może być źródłem zagrożenia przy użytkowaniu ogniwa. Stąd właśnie duża liczba zespołów starających się zastąpić jon heksafluorofosforanowy innym anionem. Zadanie to z jednej strony może być realizowane na zasadzie komponowania różnych elektrolitów i doświadczalnego sprawdzania ich działania. Z drugiej strony może to być realizowane przez staranną analizę własności fizykochemicznych uzyskanych układów. Doprowadziło to do dużej ilości prac opublikowanych w dziedzinie elektrolitów zarówno ciekłych jak i polimerowych, z takim skutkiem, że sól LiPF_6 rozpuszczona w mieszaninie węglanów posiada nadal dominującą pozycję na rynku komercyjnym. Rozwinięto za to technologię ochrony ogniw Li-ion głównie przez dodatki typu fire-retardant oraz przez stosowanie

elektroniki uniemożliwienie przeładowania do zbyt wysokich napięć. Stosowane są też przy większych ogniwach zawory bezpieczeństwa regulujące ciśnienie wewnątrz ogniwa. Prace Kandydata skupione były wyraźnie na poszukiwanie nowych soli, również niezawierających fluoru. Tutaj największą przeszkodą jest właśnie brak fluoru, który pełni istotną rolę przy tworzeniu ochronnej warstwy SEI. Istotne jest również, aby elektrolit nie powodował korozji kolektorów prądowych. Problem znalezienia optymalnego elektrolitu jest więc bardzo złożony. W ramach współpracy profesora M. Armand'a z zespołami Politechniki Warszawskiej, w tym z zespołem prof. W. Wieczorka, Kandydat rozpoczął prace nad syntezą w większej skali soli litu posiadających aniony zawierające szkielet heterocykliczny (azole). Sole te rozpuszczone zostały w klasycznych rozpuszczalnikach stosowanych w ogniwach Li-ion. Stwierdzono dobre przewodnictwo, stabilność termiczną i liczbę przenoszenia jonów Li^+ . Sprawdzono też działanie elektrolitów w laboratoryjnych ogniwach Li-ion z anodą grafitową podczas kilkudziesięciu cykli. Kandydat nadmienił w autoreferacie, że wysoka stabilność elektrolitów umożliwia ich stosowanie bez 'dokładnego suszenia', co jest dla mnie co najmniej polemiczne. To nie sól jest w takim przypadku zagrożeniem, lecz anoda LiC_6 o silnie ujemnym potencjale, porównywalnym z potencjałem metalicznego litu. Niejasne są również fragmenty mówiące o 'temperaturze topnienia' elektrolitów będących układami wieloskładnikowymi. W takim przypadku trudno będzie sprowadzić układ do stanu zera stopni swobody i topnienie (czy krystalizacja) zachodzić będą w szerszym zakresie temperatur, w którym przewodząca faza ciekła będzie w równowadze z fazą stałą, co powinno silnie wpłynąć na przewodnictwo. Wyjątkiem będzie tu układ eutektyczny o składzie dokładnie eutektycznym.

Zbadano również sole zawierające sprzężone pierścienie aromatyczne (nazwane tutaj 'solami drugiej generacji'). Stwierdzono dobre własności ogniw z takimi elektrolitami przy stosunkowo niskich prądach (niskie przewodnictwo).

Kolejnym etapem było testowanie soli litu o charakterze koordynacyjnym (nazwanych tutaj solami 'trzeciej generacji'), posiadających w swej strukturze grupy silnie spolaryzowane elektronowo. Sole te nie zawierały fluoru. Utworzono elektrolity ciekłe o wysokim przewodnictwie i tworzące warstwę ochronną w kontakcie z litem.

Kolejnym etapem było badanie elektrolitów z cieczami jonowymi jako rozpuszczalnikami.

Ze względu na użytkowy cel prowadzonych badań Kandydat założył spółkę FIT sp. z o. o. (spinn-off PW), która rozpoczęła produkcję komercyjną soli w dużej skali laboratoryjnej.

Za najistotniejsze osiągnięcia habilitanta uważam (i) wkład w poszukiwanie nowych soli litu do elektrolitów do ogniw Li-ion (ii) optymalizacja składu elektrolitów z tymi solami (iii) działania zmierzające do komercjalizacji wymienionych osiągnięć. Tematy te są ważne z praktycznego punktu widzenia.

Działalność dydaktyczna

Z autoreferatu wynika, że Kandydat opracował i prowadzi trzy 30-godzinne wykłady z zakresu chemii, elektrochemii i technologii akumulatorów po polsku i po angielsku na Wydziale Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej dla specjalności Inżynieria Pojazdów Elektrycznych i Hybrydowych. Prowadzi także wykłady i laboratoria dla kierunku podyplomowego „Master in Energy Storage and Conversion”, którego studenci studiują po jednym semestrze w każdej z członkowskich uczelni, w tym na Politechnice Warszawskiej.

Prowadzi laboratoria z innych przedmiotów, w tym z programowania w Visual Basicu w ramach laboratorium „Informatyka” dla Wydziału Chemicznego PW. Prowadził także ćwiczenia laboratoryjne z chemii nieorganicznej i chemii ogólnej dla pierwszego roku

studiów dla Wydziałów Chemicznego, Fizyki, Inżynierii Materiałowej oraz Inżynierii Chemicznej i Procesowej. Jest promotorem 7 prac dyplomowych.

Podsumowanie

Habilitant prowadzi prace badawcze w dziedzinie elektrolitów dla ogniw Li-ion i ich kompatybilności z pozostałymi składnikami tych urządzeń. Posiada doświadczenie praktyczne w badaniu wytworzonych urządzeń (techniki elektrochemiczne) oraz preparatywne. Publikacje ukazały się w bardzo dobrych czasopismach o zasięgu światowym. Prace kandydata (całość dorobku) były cytowane ponad 500 razy, co świadczy o bardzo dobrym oddziaływaniu na środowisko zajmujące się tym zagadnieniem. Tematyka wybranych publikacji stanowiących treść wniosku habilitacyjnego jest ważna praktycznie i spójna. Dorobek i zdobyte doświadczenie w dziedzinie syntezy i badania soli litu i elektrolitów sugerują kompetencję w tej dziedzinie.

Ocena końcowa wniosku

Moim zdaniem przedstawiony do recenzji wybrany dorobek naukowy będący tematem rozprawy, jak i całokształt działalności, odpowiadają warunkom określonym w Rozporządzeniu Prezesa Rady Ministrów w sprawie warunków i trybu przeprowadzania przewodów doktorskich i habilitacyjnych i wnioskuję o nadanie Panu dr Leszkowi Niedzickiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauki techniczne, dyscyplina technologia chemiczna i dopuszczenie wniosku pod obrady komisji habilitacyjnej.



prof. dr hab. Andrzej Lewandowski