

**Uzasadnienie wniosku o nagrodę Prezesa Rady Ministrów
dla dr. inż. Konrada Kwatka
za wyróżniającą się rozprawę doktorską**

Rozprawa doktorska dr. inż. Konrada Kwatka pt. „*Kompozytowe przewodniki jonów litu powstałe na bazie $LiTi_2(PO_4)_3$ i $Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$* ” została obroniona z wyróżnieniem 16.09.2020 na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej. Recenzentami rozprawy byli prof. dr hab. Maria Zdanowska-Frączek z Instytutu Fizyki Molekularnej PAN oraz prof. dr hab. inż. Piotr Jasiński z Wydziału Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej.

Rozprawa doktorska dotyczy istotnego problemu badawczego, mianowicie poszukiwania nowych funkcjonalnych materiałów odznaczających się wysoką wartością całkowitej przewodności jonowej, mogących znaleźć zastosowanie jako stałe elektrolity w nowej generacji litowo-jonowych ogniw elektrochemicznych. Ogromne znaczenie tego problemu badawczego świadczy Nagroda Nobla z Chemii przyznana w 2019 r. za rozwój baterii litowo-jonowych. Dalszym krokiem jest sukcesywny rozwój tej technologii i wprowadzenie do użytku powszechnego baterii typu „*all-solid-state*” (ASSB). Ten rodzaj baterii złożony jest tylko ze stałych składników. Wobec czego, kluczową zmianą jest przejście z elektrolitu ciekłego na stały, przy czym wybrany odpowiedni materiał powinien odznaczać się wysoką wartością całkowitej przewodności jonowej.

Aby osiągnąć zamierzony cel, autor rozprawy zaproponował nowatorskie rozwiązanie polegające na kontrolowanym wprowadzeniu odpowiedniej ilości obcej fazy do materiałów bazowych $LiTi_2(PO_4)_3$ (znanych w literaturze jako LTP) lub $Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$ (LATP) formując kompozyty. Dr inż. Konrad Kwatek przeprowadził szereg systematycznych i szczegółowych badań, stosując metody: wysokotemperaturową dyfraktometrię rentgenowską (HTXRD), spektroskopię magnetycznego rezonansu jądrowego (MAS NMR), metody kalorymetryczne (TGA oraz DTA), skaningową mikroskopię elektronową (SEM), spektroskopię impedancyjną (IS) oraz badania gęstości metodą Archimedesesa, który były nakierowane na prześledzenie wpływu wybranego procesu technologicznego na strukturę, mikrostrukturę oraz właściwości elektryczne wytworzonych ceramiek, a także zachodzących związków pomiędzy tymi właściwościami. Nowatorskie podejście zaproponowane przez autora miało na celu prześledzenie mechanizmu formowania się fazy międzyziarnowej w kompozytowych ceramikach i dokładne określenie jej wpływu na całkowitą przewodność wytworzonych materiałów, co jest dosyć często zaniebywane w wielu ośrodkach badawczych.

Przeprowadzone prace badawcze wykazały, że czynnikiem odpowiedzialnym za wzrost całkowitej przewodności jonowej okazała się nie tylko odpowiednia mikrostruktura, ale również zmiana właściwości elektrycznych fazy międzyziarnowej (połączona ze zmianami składu chemicznego ziaren) wywołana spiekaniem w obecności wprowadzonych dodatków. Jednym z najważniejszych osiągnięć opisanym w rozprawie doktorskiej jest zaproponowanie modelu mechanizmu udziału jonów Al^{3+} , które są obecne w obcych fazach, w modyfikacji fazy międzyziarnowej oraz ziarna LATP. Zaproponowany mechanizm wywołujący wzrost wartości całkowitej przewodności jonowej pozwala podjąć odpowiednie, niezbędne kroki do uformowania materiału o określonych kluczowych parametrach definiujących dobry stały elektrolit. Warto wyróżnić również fakt, że zaproponowana technologia wytwarzania tych materiałów jest nie tylko prosta i ekonomiczna, ale może być zastosowana do innych ceramiek, przewodzących jony sodu, potasu lub innych. Przeprowadzone badania opisane w rozprawie mają duże znaczenie nie tylko poznawcze, ale w przyszłości być może również i aplikacyjne. Warto zaznaczyć, że niniejsza tematyka ma ogromne znaczenie dla gałęzi przemysłu wykorzystujących pakiety ogniw litowo-jonowych, tj. motoryzacja lub elektronika. Wobec czego, prace eksperymentalne nad nowymi funkcjonalnymi materiałami są niezwykle ważne i wpisują się w aktualny nurt badań. Powodzenie wprowadzenia nowych ogniw litowo-jonowych opartych na stałych elektrolitach do użytku codziennego nie jest możliwe bez zrozumienia skomplikowanych procesów zachodzących w takim ogniwie. Niniejsza rozprawa doktorska jest zatem pierwszym krokiem do zaproponowania nowego rozwiązania w zakresie baterii litowo-jonowych.

Dr inż. Konrad Kwatek jest współautorem 12 publikacji w czasopiśmie z listy filadelfijskiej, z czego w 8 z nich jest pierwszym autorem i autorem korespondencyjnym. Wyniki opisane w rozprawie doktorskiej zostały oparte na 6 publikacjach o sumarycznym współczynniku impact factor $IF_{2019} = 21.898$. Ponadto, dr inż. Konrad Kwatek aktywnie uczestniczył i prezentował wyniki swoich badań na wielu międzynarodowych konferencjach naukowych, gdzie wzbudziły one zainteresowanie specjalistów. Autor rozprawy samodzielnie pozyskał fundusze na sfinansowanie staży: na Uniwersytecie w Lille (Francja) w grupie prof. O. Lafon oraz w Instytucie Inżynierii Materiałowej w Madrycie (Hiszpania) w grupie prof. J. Sanza. Przeprowadzenie kompleksowych badań strukturalnych metodą spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego w fazie stałej, techniką wirowania pod magicznym kątem (MAS NMR) w wyżej wymienionych ośrodkach miało na celu zrozumienie mechanizmu prowadzącego do poprawy właściwości jonowych uformowanych kompozytów. Warto podkreślić, że możliwość odbycia dwóch krótkoterminowych staży zagranicznych i użycie ciężko dostępnej aparatury badawczej w celu przeprowadzenia badań strukturalnych pozwoliło uzupełnić rezultaty otrzymane w kraju, podnosząc znacznie wartość rozprawy, czego efektem było wyróżnienie.