

Warszawa 19 października 2015 r.

Prof. dr hab. Marek Godlewski
Instytut Fizyki
Polskiej Akademii Nauk
02-668 Warszawa
Al. Lotników 32/46

**Recenzja rozprawy doktorskiej
magister inżynier Dominiki Agnieszki Ziółkowskiej
zatytułowanej:**

**"Physical Investigations of Nanomaterials for
Lithium-Ion Batteries"**

Praca doktorska magister inżynier Dominiki Agnieszki Ziółkowskiej została wykonana w Instytucie Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego pod kierunkiem dr hab. Krzysztofa Korony. Celem rozprawy, napisanej w języku angielskim, było opracowanie metodyki badawczej wybranych materiałów badanych w celu udoskonalenia baterii litowych. W pracy użyto licznych metod badawczych, takich jak skaningowa (SEM) i transmisyjna (TEM) mikroskopia elektronowa, fotoemisja (XPS), dyfrakcja promieni rentgenowskich (XRD), spektroskopia ramanowska, metody elektro-chemiczne. Autorka konkluduje, że dopiero taki zestaw technik pomiarowych umożliwia właściwą ocenę przydatności danego materiału do zastosowań w bateriach. To jest istotne stwierdzenie, które jest przekonująco udokumentowane uzyskanymi wynikami badawczymi.

Rozprawa doktorska składa się z sześciu rozdziałów. Praca liczy 154 strony, zawiera liczne wyniki pomiarowe i długą listę odnośników (254 odnośniki!) do prac z tematyki rozprawy. Praca napisana jest bardzo starannie i fachowo.

Praca dotyczy bardzo aktualnej tematyki badawczej o dużym potencjale wdrożeniowym. Należy zaznaczyć, że badania alternatywnych materiałów do zastosowań w bateriach litowych prowadzone są przez liczne laboratoria na świecie. Sama doktorantka skorzystała z tego faktu wykonując część badań w czasie staży naukowych. **Wysoko oceniam sam fakt podjęcia tak aktualnej tematyki badawczej.**

Do rozprawy dołączony jest spis dorobku naukowego doktorantki, który jest już znaczący! Spis obejmuje osiem publikacji, w tym dwie których doktorantka jest pierwszą autorką. To bardzo ułatwia ocenę pracy recenzentowi, gdyż uzyskane w rozprawie wyniki przeszły już ocenę merytoryczną w momencie ich publikowania.

Rozprawa rozpoczyna się wprowadzeniem merytorycznym (rozdział pierwszy). W rozdziale tym opisano krótko cele rozprawy, zawarty jest bardzo fachowy opis działania baterii litowych, a następnie przegląd materiałów używanych jako elektrody w tych bateriach. **To jest doskonale wprowadzenie do tematyki badań, w moim odczuciu warte do opublikowania jako rodzaj artykułu przeglądowego.**

W rozdziale drugim omówione są użyte w rozprawie metody pomiarowe. Kluczowe wyniki zawarto w dwóch kolejnych rozdziałach, w których opisano badane materiały i uzyskane wyniki ich charakteryzacji. Rozdział piąty zawiera dyskusję

uzyskanych wyników, a kolejny podsumowanie. **Te części zawierają imponujący materiał badawczy!**

Jak już napisałem praca opracowana jest bardzo starannie. W omówieniu treści rozprawy nie podaję żadnych uwag krytycznych, jak też nie podaję dokładnego wyszczególnienia co i gdzie spisano w pracy. **Uzyskane wyniki i ich interpretacja są przekonujące. Należy podkreślić fachowość opisu i analizy wyników.**

Z obowiązku recenzenta zwracam jednak uwagę na pewne słabsze strony rozprawy. Chciałby wiedzieć znacznie więcej niż jest napisane dlaczego akurat taki a nie inny materiał badawczy wybrano. Czy istniały przesłanki, że wybrane materiały będą miały szanse na wdrożenie w nowych generacjach baterii litowych? W opisie wybranych materiałów powtarzane są często stwierdzenia typu „obiecujący materiał”, testowany do zastosowań, itp... Jak rozumiem nie są jednak te materiały stosowane. Jeśli były badane przez inne grupy to co chciano poprawić, sprawdzić? Jak wykazują badania większość badanych materiałów (poza LiFePO_4) to te materiały, w moim odczuciu, mają raczej rozczarowujące właściwości.

Jeśli chodzi o LiFePO_4 to bardzo ciekawe wyniki uzyskano modyfikując ten materiał dwutlenkiem cyny. W innych przypadkach (inne materiały) w pracy podano olbrzymi materiał badawczy ale w tym „zalewie wyników” często gubią się najistotniejsze informacje jak można poprawić obecne baterie litowe.

Końcowe wnioski pracy nie dotyczą tym samym wskazówek jak uzyskać wydajniejsze baterie litowe, ale głównie konieczności użycia w badaniach materiałów do

zastosowania w bateriach szerokiego spektrum technik badawczych. To jest oczywiście ważna konkluzja i dobrze udokumentowana. Niestety nie jest jasne (choć autorka wykazuje w tym miejscu optymizm) czy przebadane materiały spełniają wymagania aby użyć je do zastosowań praktycznych.

Powyższe uwagi nie obniżają mojej wysokiej oceny przedstawionej rozprawy. Uważam ją za bardzo ciekawą. **W rozprawie zawarty jest imponujący materiał badawczy!** Konkludując uważam, że rozprawa doktorska magister Dominiki Agnieszki Ziółkowskiej spełnia wszystkie wymagania formalne stawiane pracom doktorskim. Tym samym wnioskuję o dopuszczenie kandydatki do publicznej obrony tej rozprawy.

Prof. dr hab. Marek Godlewski

