

Szczecin 19.09.2018

prof. dr hab. inż. Urszula Narkiewicz  
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie  
Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej  
Instytut Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska

## **OCENA**

Rozprawy doktorskiej **mgr inż. Jacka WOJNAROWICZA**

pt. „**Opracowanie metody syntezy nanoproszku tlenku cynku pozwalającej na regulowanie rozmiaru cząstek i aglomeratów**”

wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. Witolda Łojkowskiego

Recenzję wykonano dla Wydziału Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej (pismo z dn. 08.08/2018)

### **Wybór tematyki pracy**

Właściwości nanomateriałów (chemiczne, optyczne, magnetyczne, katalityczne, mechaniczne) różnią się od ich mikro i makro odpowiedników. Właściwości te zależą od rozmiarów cząstek, dlatego też jednym z najważniejszych zadań nanotechnologii jest opanowanie wytwarzania nanocząstek o kontrolowanej morfologii.

Praca Pana mgr inż. Jacka Wojnarowicza odpowiada na to wyzwanie, ponieważ dotyczy metody syntezy nanoproszku tlenku cynku umożliwiającej regulowanie wielkości cząstek i aglomeratów.

### **Cel i zakres rozprawy**

Autor postawił tezę, że stosując mikrofalową syntezę solwotermalną do otrzymywania nanoproszku tlenku cynku można regulować rozmiar cząstek i aglomeratów otrzymywanego materiału. Celem aplikacyjnym pracy było opracowanie wspomaganej mikrofalami technologii solwotermalnej syntezy nanocząstek tlenku cynku o regulowanej wielkości cząstek i aglomeratów. Celem naukowym rozprawy było wyjaśnienie mechanizmu mikrofalowej syntezy solwotermalnej nanotlenku cynku w glikolu etylenowym.

### **Dorobek naukowy Autora i strona merytoryczna rozprawy**

Recenzowana rozprawa Pana mgr inż. Jacka Wojnarowicza składa się z 6 artykułów, do których Autor napisał 28-stronicowy przewodnik. Przewodnik składa się z 5 rozdziałów, począwszy od wstępu (w którym Doktorant pisze o nanotechnologii, nanotlenku cynku i jego

rynku) po podsumowanie i liczącą 128 pozycji bibliografię. W drugim rozdziale przewodnika Autor opisuje różne metody syntezy nanocząstek tlenku cynku, wyjaśniając przy tym, na czym polega przewaga metody solwotermalnej nad innymi metodami. Rozdział nr 3 dotyczy tezy i celów pracy, a rozdział nr 5 zawiera komentarze do artykułów stanowiących przedmiot rozprawy.

W rozdziale 4 Autor opisuje podstawy mikrofalowej syntezy solwotermalnej nanocząstek tlenku cynku oraz mechanizm tego procesu prowadzonego w glikolu etylenowym. Doktorant otrzymywał nanocząstki tlenku cynku wychodząc z roztworu octanu cynku w glikolu etylenowym, a wielkość cząstek zależała od zawartości wody w tym roztworze i zmieniała się w granicach od 15 do 120 nm (im mniejsza zawartość wody, tym mniejsze cząstki). Ze wzrostem zawartości wody w prekursorze zmienia się również kształt nanocząstek, ze sferycznego na heksagonalny. Nie zmienia się natomiast skład chemiczny ani parametry sieci krystalicznej materiału. Chociaż są doniesienia literaturowe dotyczące regulowania rozmiaru cząstek ZnO w różnych rozpuszczalnikach organicznych, to nie było dotychczas innych prac na temat zastosowania glikolu etylenowego i w tym zakresie rozprawa stanowi nowość. Doktorant opracował ponadto metodę otrzymywania nanocząstek ZnO o regulowanej wielkości domieszkowanego manganem i kobaltem. Domieszkowanie do 25% mol. nie wpłynęło na zmianę składu fazowego materiału ani na parametry sieci krystalicznej. Rozprawa obejmuje ponadto opracowanie metody regulowania wielkości aglomeratów ZnO w zakresie od 60 do 120 nm (przy jednoczesnym zachowaniu wielkości tworzących je nanocząstek) poprzez zmianę mocy promieniowania mikrofalowego.

W rozprawie Autor stosuje zamiennie pojęcia „agregat” i „aglomerat”.

Proszę o wyjaśnienie różnicy w trakcie obrony i sprecyzowanie, z czym mamy do czynienia w eksperymentach przedstawionych w rozprawie.

Impact Factor artykułów składających się na rozprawę wynosi od 0 do 3,504, sumaryczny IF wynosi 14,227. Pan Wojnarowicz jest pierwszym autorem we wszystkich tych artykułach, a jego udział wynosi od 50 do 70%.

Wspólną cechą artykułów składających się na rozprawę jest wyjątkowa staranność, z jaką zostały napisane. Można przypuszczać, że z taką samą starannością i dokładnością Doktorant realizował badania, o czym świadczą powtarzalność i spójność otrzymanych wyników.

Oprócz artykułów składających się na rozprawę Pan Wojnarowicz jest również współautorem 11 innych artykułów, cytowanych dotychczas 162 razy (z wyłączeniem autocytowań), do daje około 11 cytowań na artykuł. Indeks Hirscha Doktoranta wynosi 8.

## Ocena końcowa

Pan mgr inż. Jacek Wojnarowicz w pełni zrealizował zamierzony cele badawcze, opracowując technologię syntezy nanocząstek tlenku cynku o regulowanej wielkości cząstek i aglomeratów i wyjaśniając mechanizm mikrofalowej syntezy solwotermalnej nanotlenku cynku w glikolu etylenowym.

W artykułach składających się na rozprawę doktorską Autor w spójny i logiczny sposób opisał zaplanowane i zrealizowane eksperymenty.

Za największe osiągnięcie rozprawy uważam jej nowatorski charakter i wysoki potencjał aplikacyjny.

Podsumowując, ponieważ przedłożona do recenzji praca doktorska wykonana przez Pana mgr inż. Jacka Wojnarowicza spełnia w mojej opinii wymogi aktualnie obowiązującej ustawy „O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki”, wnioskuję zatem do Rady Wydziału Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej o jej dopuszczenie do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Urszula Narkiewicz

