



Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny
w Szczecinie

Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej

al. Piastów 42, 71-065 SZCZECIN

NIP 852-254-50-56, REGON 320588161

Tel. (+ 48) 91-449-41-05

Fax: (+ 48) 91-449-46-36

prof. dr hab. inż. Ryszard J. Kaleńczuk, prof. zw.



Szczecin, 15 czerwca 2020 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Izabeli Kondratowicz

**„Synteza i właściwości fizykochemiczne struktur
z zredukowanego tlenku grafenu”**

promotor prof. dr hab inż. Wojciech Sadowski

promotor pomocniczy dr hab. inż. Kamila Sadowska, prof. PG

Recenzja została wykonana na podstawie decyzji Rady Dziedziny Naukowej Nauki
Ścisłe Politechniki Gdańskiej z dn. 29 kwietnia 2020 r.

Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej

Nowoczesne materiały węglowe mają coraz większe znaczenie w budowie nowoczesnej techniki i rozwoju technik ochrony środowiska. Do niedawna praktyczne zastosowanie miały jedynie grafit i węgle aktywne. Nowe odkrycia dokonane w ciągu ostatnich dwudziestu lat doprowadziły do wprowadzenia do rodziny materiałów węglowych nanorurek węglowych i grafenu. By urzeczywistnić możliwość ich wprowadzenia do społecznego obiegu niezbędne były badania prowadzone nad

technologiami ich otrzymywania. Niezbędnymi do zastosowań w technologiach przechowywania energii, kluczowych w rozwoju elektromobilności, było opracowanie metod badania i charakteryzacji otrzymywanych materiałów. Współczesna nanotechnologia obejmująca badania z dziedziny inżynierii i technologii chemicznej, fizyki i chemii oraz inżynierii materiałowej wymaga interdyscyplinarnego podejścia. Prace badawcze z tych obszarów przybliża nas do celu tzn. zrozumienia procesów i budowy nowych materiałów.

Recenzowana praca wpisuje się w ten nurt poszukiwań nowych metod wytwarzania i charakteryzacji zredukowanego tlenku grafenu, materiału o potencjalnym zastosowaniu w budowie baterii i superkondensatorów.

Układ recenzowanej pracy

Recenzowana praca ma objętość 156 stron. Ma tradycyjny dla prac doktorskich układ. Zaczyna się od streszczeń w języku polskim i w języku angielskim oraz wstępu. Przed tą tradycyjnie rozpoczynającą prace doktorskie częścią pracy Autorka umieściła wykaz skrótów i symboli. Po tym przedstawiono rozdział definiujący cel pracy doktorskiej. W tym miejscu należałoby oczekiwać postawienia hipotezy badawczej, która będzie falsyfikowana w trakcie badań zdefiniowania celu pracy. Autorka prezentuje raczej plan badań, choć z obowiązku recenzenta muszę dodać, że po dokładnym przeczytaniu mógłbym uznać, że hipoteza badawcza mówi o tym, że będzie to udowodnienie tezy, że obecnie stosowane metody interpretacji wyników badań fizykochemicznych zredukowanego tlenku grafenu są nieodpowiednie i celem pracy będzie zmiana tego stanu rzeczy.

Praca ma tradycyjny podział na część literaturową, część eksperymentalną, podsumowanie i bibliografię. Treść uzupełniają spis tabel, spis rysunków i informacje o dorobku naukowym Doktorantki.

Cel pracy został sformułowany klarownie i nie wnoszę co do tego żadnych uwag, poza sformułowaną powyżej.

Część literaturowa jest bardzo obszerna, liczy 60 stron i obejmuje podsumowanie wiedzy na temat technik otrzymywania, zastosowania, a zwłaszcza technik charakteryzacji materiałów będących przedmiotem badań.

Ta część pracy robi bardzo dobre wrażenie. Pani mgr inż. Izabela Kondratowicz przedstawiła ciągły, bardzo dobrze zredagowany i spójny tekst, który czyta się bardzo dobrze i który stanowi opis omawianych zagadnień. Brakuje jednak podsumowania wiedzy z zaznaczeniem kwestii istotnych dla realizowanej pracy. To jedno z zastrzeżeń jakie wnoszę do tego opisu. Inna rzecz, to czasami pojawiające się błędy stylistyczne rodzące podejrzenie, że część prac była tłumaczona z zastosowaniem automatycznego tłumacza. Doktorantka unika pokusy (częstej w dzisiejszych czasach) oparcia się w znacznej części na źródłach internetowych. Cytowane są wyłącznie prace oryginalne. Publikacje pochodzą w większości z ostatnich 10 lat, co dobrze świadczy o pilnym śledzeniu aktualnej literatury przedmiotu.

Moją wątpliwość budzi jednak zamieszczenie bardzo obszernego rozdziału 5 opisującego stosowane techniki badawcze. Są to techniki ogólnie znane i w mojej opinii wystarczałoby podanie odnośników literaturowych we fragmentach pracy opisujących ich zastosowanie, Pozwoliłoby to ograniczyć objętość pracy, bez szkody dla jej jakości.

Do powiązanej z częścią literaturową bibliografii wnoszę jedną niewielką uwagę związaną prawdopodobnie z adiustacją ostatniej wersji pracy. W poz. 95 (jedynej polskojęzycznej!) w opisie bibliograficznym pojawiają się znaki graficzne pochodzące z nieznanego języka.

Kolejna część pracy - „Część Doświadczalna” zawiera informacje o stosowanej aparaturze, sprzęcie laboratoryjnym i stosowanych odczynnikach. Następnie omówione zostały metody badania i charakteryzacji kolejno tlenku grafenu, zredukowanego tlenku grafenu w postaci proszku oraz zredukowanego tlenku grafenu w postaci hydrożelu i aerożelu. Każdy z podrozdziałów kończony jest częścią zatytułowaną „Dyskusja i wyniki” stanowiącym jego podsumowanie.

Ogólna ocena pracy

Praca obejmuje dobrze zaplanowane badania opisane we wstępie pracy. Autorka przeprowadziła skomplikowane syntezy kolejnych materiałów i przedstawiła metody

oceny ich właściwości nowoczesnymi technikami badawczymi. Praca jest obszerna i zawiera wyniki pomiarów z dość szerokiego spektrum otrzymywanych substancji. Metody analityczne i metody charakteryzacji zostały dobrane poprawnie, a analiza wyników nie budzi zastrzeżeń. Doktorantka miała to szczęście, że miał dostęp do najnowocześniejszych narzędzi badawczych.

Praca jest ciekawym studium z możliwością zastosowania jej wyników w pracach prowadzących do poprawnej charakterystyki próbek zredukowanego tlenku grafenu.

Z obowiązku recenzenta pozwalam sobie dodać parę uwag;

1. W pomiarach niskotemperaturowej sorpcji azotu Autorka słusznie podaje, że do poprawnego oznaczenia powierzchni właściwej z zastosowaniem formalizmu BET wystarczy fragment izotermy adsorpcji w zakresie 0,05 do 0,3. To oczywiście prawda. Problem z tym, że w pracy podawane są objętości porów, prawdopodobnie wyliczone z pomiarów adsorpcyjnych (o innych metodach pozwalających na to praca nie wspomina). A do tego, by było to możliwe, niezbędna jest kompletna izoterma adsorpcji. A tej, podobnie jak wzmianki o jej pomiarze w pracy brakuje.
2. Na stronie 51 pojawia się dobrze znany wzór Scherrera. W tym kontekście pojawia się pytanie o to, jak w obliczeniach wielkości kryształitów uwzględniono poszerzenie aparaturowe.

Główne osiągnięcia pracy

Za główne osiągnięcie pracy uważam przeprowadzenie systematycznych badań doświadczalnych nad otrzymywaniem i charakterystyką tlenku grafenu i zredukowanego tlenku grafenu. Autorka zaproponowała także, i przeprowadziła funkcjonalizację zredukowanego proszkowego tlenku grafenu za pomocą niskotemperaturowej plazmy tlenowej. Zaproponowała mechanizm przebiegu procesu.

Zadaniem recenzenta jest także, a może przede wszystkim, odpowiedź na pytanie, czy prezentowana praca wnosi istotne wartości do dyscypliny naukowej fizyka. Podkreślam, że przeprowadzone badania są oryginalne, a najlepszą odpowiedzią na

pytania o wpływ na rozwój dyscypliny jest dorobek naukowy doktorantki. Siedem publikacji w czasopismach z listy JCR, recenzowane przez ludzi wyspecjalizowanych w tej tematyce, oznacza, że badania były nowatorskie i wprowadzające nowe treści do tematyki otrzymywania i fizycznych metod badania nowych materiałów.

Jest to osiągnięcie zdecydowanie przewyższające średnie osiągnięcie większości doktorantów w Polsce. Godnym podkreślenia jest fakt, że są to prace czytane i dobrze cytowane (według Web of Science, 52 cytowania obce i współczynnik Hirscha $h=5$). Doktorantka była także współautorką licznych współautorskich rozdziałów w monografiach.

Podsumowanie

W podsumowaniu stwierdzam, że praca doktorska pani mgr inż. Izabeli Kondratowicz spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim zawarte w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2018.1668 z dnia 2018.08.30) i Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z 19 stycznia 2018 r. (Dz. U. z 2018 r., poz. 261). Stwierdzam spełnienie warunku opisanego w art. 187 ust. 2 wyżej wzmiankowanej Ustawy. Praca jest dziełem oryginalnym wnoszącym nowe stwierdzenia w dyscyplinie fizyka.

Poziom naukowy i dorobek publikacyjny Doktorantki upoważniają mnie do wnioskowania o wyróżnienie pracy.

W związku w powyższym wnoszę do wysokiej Rady Dziedziny Naukowej Nauki Ścisłe Politechniki Gdańskiej o dopuszczenie pracy do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

