



**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**

WYDZIAŁ INŻYNIERII MECHANICZNEJ
I OKRĘTOWNICTWA



Gdańsk, dnia 27.01.2022 r.

Instytut Technologii Maszyn i Materiałów
Zakład Technologii Biomateriałów

dr hab. inż. Beata Świczko-Żurek, prof. uczelni

beata.swieczko-zurek@pg.edu.pl

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr inż. Marty Nycz

**pt.: "Technologia wytwarzania kompozytowych podłoży czujników elektrochemicznych
z nanocząstek srebra i nanorurek ditlenku tytanu"**

zrealizowanej pod kierunkiem

Promotora Prof. dr hab. inż. Doroty Genowefy Pijanowskiej

i Promotor pomocniczej dr inż. Katarzyny Arkusz

Podstawę opracowania recenzji stanowi Uchwała nr 360 Senatu Uniwersytetu Zielonogórskiego z dnia 24 listopada 2021 r. w sprawie wyznaczenia recenzentów w przewodzie doktorskim Pani mgr. inż. Marty Nycz wszczętym przed 1.10.2018 r.

Czujniki elektrochemiczne mają zastosowanie w wielu sektorach wytwórczych – chemicznym, motoryzacyjnym, jak również biomedycznym. Najbardziej poszukiwanymi materiałami stały się obecnie materiały kompozytowe i hybrydowe, których celem jest poprawa określonych właściwości wyżej wymienionych materiałów. Dlatego też ostatnio wielkim zainteresowaniem cieszą się nanostruktury i nanomateriały. Materiałem stosowanym w czujnikach elektrochemicznych są nanorurki ditlenku tytanu (TiO₂), który jest stabilny, odporny chemicznie i termicznie, ale co najważniejsze biokompatybilny. Jest to cecha mająca ogromne znaczenie w zastosowaniach medycznych materiałów.

Z tego względu uważam, iż tematyka pracy – jej wybór, jest jak najbardziej trafny i w pełni uzasadniony.

Celem badań w ramach niniejszej dysertacji było wytworzenie kompozytowego podłoża czujnika elektrochemicznego opartego na nanorurkach ditlenku tytanu oraz kulistych nanocząstkach srebra na drodze bezpośredniej syntezy nanocząstek na TNT z prekursorem AgNPs.

Rozprawa doktorska ma objętość 216 stron, zawiera 79 rysunków, 24 tabele oraz 317 pozycji literaturowych, została podzielona na część literaturową i eksperymentalną, które to są poprzedzone streszczeniem, wykazem skrótów i oznaczeń oraz symboli. Praca zawiera również wprowadzenie, w skład którego wchodzi cel badań i teza pracy. Całość wieńczy podsumowanie, wnioski, literatura, spis tabel i rysunków oraz dorobek naukowy Pani mgr inż. Marty Nycz. Praca charakteryzuje się bardzo dobrą proporcją pomiędzy częścią literaturową i doświadczalną.

Część literaturowa liczy ponad 50 stron. Doktorantka opisuje nanorurki ditlenku tytanu (budowę, właściwości, metody wytwarzania), nanocząstki srebra oraz czujniki elektrochemiczne (ich zasadę działania i obszar zastosowań). Przeprowadzona analiza literatury jest konkretna i wystarczająca do określenia problemu, którego rozwiązania podjęła się Doktorantka. Treści zawarte w tej części pracy idealnie wpasowują się w tematykę rozprawy doktorskiej.



Część eksperymentalna obejmuje ponad 90 stron, na których Doktorantka opisuje między innymi metodykę badań, wykaz materiałów i aparaturę użytą do przeprowadzonych badań. Ta część zawiera obszerny rozdział dotyczący badań oraz dyskusję. W pracy podjęto się wytworzenia kompozytowego podłoża czujnika elektrochemicznego opartego na nanorurkach ditlenku tytanu oraz kulistych nanocząstek srebra na drodze szybkiej, jednoetapowej, bezpośredniej syntezy nanocząstek na TNT z prekursorem AgNPs. Bardzo dobrze oceniam przeprowadzone przez Doktorantkę badania TNT: bez i z modyfikacją termiczną, po modyfikacji nanocząstkami srebra oraz z nanosrebrem jako podłożu czujników elektrochemicznych. Na podstawie przeprowadzonych badań i zinterpretowanych wyników, porównanych z doniesieniami literaturowymi Pani mgr inż. Marta Nycz przeprowadziła w dysertacji merytoryczne podsumowanie otrzymanych wyników oraz podała trafne, konkretne wnioski. Wyniki badań zostały zebrane w postaci wykresów, co jest bardzo korzystne, ponieważ są przejrzyste dla czytającego. Każdy podrozdział zawierający przeprowadzone badania kończy się konkretnymi konkluzjami. Tym samym czytając pracę można wysnuć wnioski, iż Doktorantka w sposób dojrzały zaplanowała metodykę i przeprowadziła badania. Rozdziały dotyczące dyskusji i wniosków są bardzo rozbudowane. Ich zawartość merytoryczna i edytorska nie budzi zastrzeżeń. Świadczy o tym, że Autorka potrafi dokonać syntetycznej i krytycznej analizy uzyskanych wyników i odnieść je do najnowszych doniesień literaturowych.

Chciałam również podkreślić, że sposób zaplanowania badań, forma przedstawienia wyników oraz ich analiza świadczą o wysokich kompetencjach naukowo-badawczych Doktorantki. Prezentowana praca wnosi istotny wkład w badania nad technologią wytwarzania oraz badaniami właściwości materiałowych i elektrochemicznych kompozytowego podłoża impedancyjnego czujnika opartego na nanorurkach ditlenku tytanu oraz nanocząstkach srebra.



Reasumując należy podkreślić, że do istotnych osiągnięć Doktorantki należą:

- wytworzenie podłoża czujnika – nanorurek TiO_2 na folii tytanowej w procesie anodowania;
- modyfikacja termiczna TNT, aby określić wpływ temperatury wyżarzania na właściwości materiałowe TNT;
- modyfikacja nanocząstkami srebra – opracowana metodyka wytwarzania umożliwiła osadzanie wysokiej czystości AgNPs na podłożach TNT;
- praktyczne zastosowanie AgNPs/TNT w czujniku elektrochemicznym do oznaczeń markerów nowotworowych;
- współautorstwo 12 publikacji w renomowanych czasopismach, czynny udział w konferencjach, oraz co najważniejsze była kierownikiem grantu NCN i wykonawcą w dwóch grantach (m.in. NCBiR).

Treść rozprawy stanowi zamkniętą całość, a postawione cele zostały w pełni zrealizowane. Rozprawa jest napisana językiem technicznym, nie budzącym zastrzeżeń. Praca posiada starannie opracowaną szatę graficzną oraz dokumentację z badań własnych.

Doktorantka nie uniknęła jednak błędów edytorskich:

- drobne literówki w wielu miejscach (np. str. 19 „...najczęściej badanym są...”, a powinno być: najczęściej badanymi są);
- brak odnośników literaturowych przy akapitach, również w wielu miejscach (np. str. 25, po słowach „przedstawiono w tabeli 1...”);
- brak znaków interpunkcyjnych w wielu miejscach;
- w wielu miejscach w pracy brak spacji, może to wynikać z różnych wersji programu WORD, które były używane podczas korekty pracy.



dr hab. inż. Beata Świeczko-Żurek, prof. uczelni

Powyższe błędy edytorskie nie wpływają na merytoryczną stronę pracy, gdyż należy tu zaznaczyć, że w dysertacji zaprezentowano nowe i bardzo ciekawe wyniki dotyczące technologii wytwarzania kompozytowych podłoży czujników elektrochemicznych z nanocząstek srebra i nanorurek ditlenku tytanu.

Chciałabym natomiast, aby podczas obrony Pani mgr inż. Marta Nycz odniosła się do następującej kwestii:

Czy kształt, rozmiar lub stopień dyspersji nanosrebra ma znaczenie w tej konkretnej aplikacji (AgNPs/TNT)?

Jednocześnie, uwzględniając całkowity bogaty dorobek naukowy uważam, iż praca spełnia wymagania „Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” (Dz.U. nr 65 poz.595 z dn. 14 marca 2003 r. z późniejszymi zmianami) i może stanowić podstawę do nadania Pani mgr inż. Marcie Nycz stopnia naukowego doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

