



**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI,
TELEKOMUNIKACJI I INFORMATYKI



Gdańsk, dn. 27 sierpnia 2021 r.

dr hab. inż. Małgorzata Szczerska, prof. Uczelni
Katedra Metrologii i Optoelektroniki
Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki
Politechnika Gdańska
ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr inż. Agaty Baranowskiej

**pt. „*Opracowanie włókien domieszkowanych lantanowcami do zastosowań
w kompozytach biodegradowalnych*”**

Promotor:

dr hab. inż. Marcin Kochanowicz, prof. PB

Promotor pomocniczy:

dr hab inż. Piotr Miluski, prof. PB

Recenzję rozprawy doktorskiej sporządzono na prośbę Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Politechniki Białostockiej dr hab. Agnieszki Dardzińskiej-Głębockiej, prof. PB, wyrażoną w piśmie WM-IIB.4130.2.21 z dnia 15 lipca 2021 r.

1. Opis rozprawy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska liczy 247 stron (wraz z wykazem literatury, w którym umieszczono 234 pozycje bibliograficzne). Składa się ona z 8 rozdziałów oraz 1 załącznika, w którym przedstawiono dorobek naukowy Doktorantki.

2. Zagadnienie naukowe

Celem naukowym przedstawionej do recenzji rozprawy jest „opracowanie włókien domieszkowanych jonami ziem rzadkich umożliwiającymi optyczne monitorowanie ich stopnia degradacji do zastosowań w kompozytach biodegradowalnych”.

Natomiast teza brzmi: „Domieszkowanie jonami ziem rzadkich włókien bioaktywnych pozwala na optyczne monitorowanie ich stopnia degradacji”.

Teza oraz cel pracy zostały poprawnie sformułowane i stanowią ważny oraz aktualny problem naukowy.

W celu udowodnienia tezy Autorka rozprawy przedstawiła wyniki szeregu prac wykonanych z włóknem domieszkowanym jonami samaru (Sm^{3+}). Wydaje się, że w tej sytuacji teza i cel pracy mogłyby zostać sprecyzowane i ograniczone do badań włókien z wybranym pierwiastkiem.

Rozprawę można zakwalifikować jako pracę interdyscyplinarną – dotyczy zagadnień wykorzystania optoelektronicznych metod pomiarowych w badaniu poziomu degradacji włókien bioaktywnych. Dysertacja ma zdecydowanie charakter eksperymentalny – przedstawiono w niej wyniki badań obejmujących wytworzenie włókien bioaktywnych oraz bardzo szeroki zakres prac poświęconych charakteryzacji opracowanych włókien, obejmujący pomiary właściwości mechanicznych, optycznych oraz biologicznych.

3. Analiza aktualnego stanu wiedzy

W pracy przedstawiono wyniki pogłębionej analizy źródeł. Rozprawa zawiera 234 pozycje literatury światowej: aktualnego stanu wiedzy, jak również opisu rozwiązań dostępnych komercyjnie.

Szeroki przegląd obecnego stanu wiedzy Autorka zawarła w trzech rozdziałach. W Rozdziale 1. przedstawiła aktualnie znane w literaturze przedmiotu oraz dostępne komercyjnie biomateriały i kompozyty. Kolejny rozdział poświęciła analizie rodzajów i właściwości sensorycznych luminescencji. Natomiast w Rozdziale 3. zaprezentowała analizę aktualnego stanu wiedzy na temat biomateriałów, szkielek i włókien domieszkowanych jonami ziem rzadkich.

4. Rozwiązanie postawionego problemu

Postawiony przed Autorką rozprawy problem, czyli udowodnienie, że „domieszkowanie jonami ziem rzadkich włókien bioaktywnych pozwala na optyczne monitorowanie ich stopnia degradacji” jest zadaniem niebanalnym, którego rozwiązanie wymagało od Doktorantki obszernej wiedzy.

Autorka rozprawy rozwiązała postawiony problem poprzez opracowanie metody wytwarzania włókien biodegradowalnych domieszkowanych jonami ziem rzadkich, co opisała w rozdziałach 6.1 ÷ 6.3. Metody badania właściwości wytworzonych włókien przedstawiła w rozdziałach 6.4 ÷ 6.8. W rozdziale 6.9 zaprezentowała sposób pomiaru stopnia biodegradacji włókien poprzez monitorowanie zmian natężenia sygnału luminescencji. Rozdział zatytułowany „Analiza otrzymanych wyników” zawiera rezultaty prac eksperymentalnych wraz z ich analizą.

Autorka opracowała nieinwazyjną metodę pomiaru biodegradacji włókien, która pozwala na ciągły i ilościowy monitoring stanu próbki. W celu weryfikacji możliwości wykorzystania tej metody dla włókien biodegradowalnych, opracowała włókna domieszkowane jonami ziem rzadkich, których właściwości pozwoliły na monitorowanie poziomu ich biodegradacji za pomocą zaproponowanego rozwiązania. Równocześnie włókna te spełniały wszelkie wymagania mechaniczne i biologiczne dotyczące biomateriałów. Wykorzystanie opracowanej metody umożliwiło Autorce uzyskanie informacji, których obecnie nie można otrzymać w wyniku badań nieinwazyjnych prowadzonych za pomocą dotychczas znanych rozwiązań.

W wyniku analizy przedstawionej do oceny pracy należy stwierdzić, że Autorka rozwiązała postawiony przed nią problem naukowy i użyła do tego właściwej metody. Zarówno metoda pomiarowa – pomiar natężenia sygnału luminescencji – jak i sposób jej weryfikacji – układ pomiarowy do badania biodegradacji włókien domieszkowanych jonami ziem rzadkich – zostały wybrane adekwatnie do problemu.

Na podstawie analizy wyników zamieszczonych w rozdziale 7.6 można stwierdzić, że naukowy problem przedstawiony w pracy został rozwiązany.

5. Oryginalność rozprawy

Oryginalność przedstawionej do oceny rozprawy wynika przede wszystkim z nowego podejścia eksperymentalnego do pomiaru właściwości włókien biodegradowalnych. Autorka wykorzystła do tego znaną w optoelektronice metodę pomiaru sygnału luminescencji. W celu zastosowania jej do pomiarów stopnia biodegradacji włókien optycznych musiała zmodyfikować włókna optyczne.

Oryginalność zaprezentowanej metody polega na tym, że pomiar biodegradacji włókien następuje na podstawie analizy sygnału pomiarowego pochodzącego od jonów ziem rzadkich, które wykorzystano do domieszkowania szklanego biowłókna. Autorka rozprawy rozwiązała problem pomiaru biodegradacji w sposób nieoczywisty. Zmodyfikowała obiekt badań w taki sposób, aby wybrana przez nią technika pomiarowa mogła zostać skutecznie zaimplementowana. Autorka modyfikując obiekt badań wykonała wiele prób i analiz dochodząc do optymalnej metody domieszkowania pozwalającej na otrzymanie włókien, których modyfikacja jest efektywna pod względem monitorowania optycznego w trakcie biodegradacji, a w żaden sposób nie wpływa na parametry mechaniczne czy fizykochemicznie włókna.

Przedstawione w rozprawie rozwiązanie jest oryginalne w porównaniu do wcześniej stosowanych metod, gdyż pozwala na ciągły i nieinwazyjny monitoring poziomu biodegradowalności materiału. To bardzo nowatorskie podejście, bowiem w znanej mi literaturze przedmiotu nie przedstawiono wyników takich badań.

Zaprezentowana w pracy oryginalna, eksperymentalna metoda różnicowania mikro-objektów biologicznych może znaleźć praktyczne zastosowanie w laboratoriach diagnostyki medycznej.

Opracowanie optycznej metody monitoringu włókien biodegradowalnych poprzez wykorzystanie układu pomiaru natężenia sygnału luminescencji od centrów umieszczonych w biodegradowalnym włóknie oraz jej eksperymentalna weryfikacja stanowi samodzielny i oryginalny dorobek Autorki rozprawy.

6. Sposób przedstawienia wyników

Rozprawa została napisana poprawnym językiem technicznym. Jej główny mankament stanowi brak spisu oznaczeń, który w znaczący sposób ułatwiłby czytanie. Również układ pracy, w którym najpierw prezentowany jest bardzo rozbudowany opis aktualnego stanu wiedzy (na 57 stronach), a dopiero później (w rozdziale 5.) prezentowana jest teza, po której zaraz znajdują się opisy prac eksperymentalnych, powinien zostać zmieniony.

W pracy występują błędy edycyjne, których przykłady przedstawiono poniżej. W żaden jednak sposób nie wpływają one na wysoką wartość przedstawionej do recenzji pracy.

Błędy edycyjne:

1. Brak spisu oznaczeń.

2. Brak stosownych odwołań do literatury:

W rozdziałach od 6.5 do 6.8 – zarówno przy wzorach, jak i przy opisie teoretycznym metod pomiarowych nie ma odwołań do literatury.

Brak referencji występuje również przy wzorach występujących w rozdziale 7.

3. Błędne oznaczenia rysunków.

Rys. 2.2. – oznaczenie (A) nie zostało objaśnione.

Rys. 7.67÷9 – brak oznaczeń na rysunkach.

4. Używanie nieprecyzyjnego języka do opisu zjawisk.

Str. 22. „...naprawy tkanek, która jest różna i zależy od wielu czynników”

Str. 40 „...natężenia pasm zmieniają się wraz ze wzrostem temperatury ...”

5. Użycie kolokwializmów.

Str. 24 „...pozwalalo na wciśnięcie materiału...”

6. Błędy edycyjne i literówki.

Str. 63 „ Do wytwarzaniu...”

Str. 63. „...na Wydziału...”

7. Niska rozdzielczość prezentowanych wykresów: wszystkie wyniki analiz ESD zaprezentowane w rozdziale 7.

7. Uwagi krytyczne dotyczące rozprawy

1. W pracy przeprowadzono badania fizykochemiczne włókien domieszkowanych Sm^{3+} oraz Eu^{3+} , natomiast kolejne etapy badań przeprowadzono wyłącznie dla włókien domieszkowanych Sm^{3+} . Proszę o wyjaśnienie dlaczego Autorka zdecydowała się na ten rodzaj włókien i dlaczego nie kontynuowała badań z wykorzystaniem włókien o dwóch różnych domieszkach.
2. Proces wytwarzania włókien szklanych został bardzo skrótowo i pobieżnie opisany w rozdziale 6.3. rozprawy. Proszę Autorkę rozprawy o pogłębiony opis wytwarzania włókien, które były obiektem jej badań.
3. W pracy brak jest opisu procedury domieszkowania wytworzonych włókien jonami ziem rzadkich. Proszę Autorkę rozprawy o opis procedury domieszkowania włókien jonami ziem rzadkich.
4. W rozdziale 7. Autorka rozprawy przedstawiła wyniki badań krystalizacji szkła 45S5 w wybranych warunkach wytwarzania. Nierozumiacie jest dlaczego te badania nie zostały przeprowadzone dla szkieł domieszkowanych, które są głównym obiektem zainteresowania Autorki.
5. Na Rys.7.18 Autorka przestawiła wyniki badania uwalniania jonów za szkła domieszkowanego. Jak sama zaznacza w tekście, badania przeprowadzono przy użyciu „sproszkowanego bioaktywnego szkła”. Proszę o wyjaśnienie dlaczego wykorzystano proszek, a nie włókna. W jaki sposób określono, że wyniki badań pochodzące od próbek szkła sproszkowanego są reprezentatywne dla włókien wytworzonych z tego samego szkła.

6. W rozdziale 7. Autorka rozprawy przedstawiła widma pomiarowe otrzymane przy wykorzystaniu spektroskopii Ramana. Zabrakło w ich opisie informacji ile widm pomiarowych było analizowanych i jaką metodę wykorzystano do analizy sygnału pomiarowego.
7. Czy wyniki pomiarów przedstawione w rozdziale dotyczą jednej próbki – czy badano powtarzalność wytwarzania włókien?
8. Czy wyniki pomiarów przedstawione w rozdziale 7 (badania SEM, FTIR) dotyczyły badania włókien czy sproszkowanych próbek szkła? Jeżeli sproszkowanych próbek szkła, proszę o wyjaśnienie w jaki sposób te wyniki są reprezentatywne dla włókien wykonanych z tego samego szkła.
9. W jaki sposób w układzie pomiarowym przedstawionym na Rys. 6.4 wiązka promieniowania z lasera była wprowadzana do włókna?
10. W pracy zabrakło jasnego wskazania, które włókna byłyby najodpowiedniejsze do wykorzystania z opracowaną metodą.
11. W pracy zabrakło porównania opracowanej metody monitorowania biodegradacji z parametrami metod aktualnie stosowanych lub opisanych w literaturze przedmiotu.

8. Wnioski końcowe

Autorka rozprawy wykazała słuszność postawionej tezy mówiącej, że „Domieszkowanie jonami ziem rzadkich włókien bioaktywnych pozwala na optyczne monitorowanie ich stopnia degradacji”. W związku z czym można stwierdzić, że **recenzowana praca stanowi opis oryginalnego rozwiązania problemu naukowego wykonanego przez Autorkę rozprawy, jak również wykazuje jej ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie naukowej oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia prac naukowych.**

Stwierdzam, że recenzowana rozprawa Pani mgr inż. Agaty Baranowskiej spełnia wymagania Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz odpowiedniego Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w sprawie szczegółowego trybu i warunków

przeprowadzania czynności w przewodach doktorskich, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadaniu tytułu profesora z dnia 14 marca 2004 r.

Mając na uwadze osiągnięte wyniki i obowiązujące przepisy prawa wnoszę do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Biomedyczna Politechniki Białostockiej, o dopuszczenie Pani mgr inż. Agaty Baranowskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Równocześnie zwracam się z wnioskiem o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Agaty Baranowskiej ze względu na oryginalność i istotność zaproponowanego rozwiązania problemu naukowego, które przewyższa wymagania niezbędne do obrony pracy doktorskiej. Oryginalność rozwiązania znajduję przede wszystkim w opracowaniu optycznej metody pomiarowej, która pozwala na obiektywną i nieinwazyjną ocenę degradacji materiałów. Natomiast istotność tego rozwiązania polega na możliwości zastosowania opracowanej metody do badania degradacji szerokiej gamy materiałów wykorzystywanych w inżynierii biomedycznej, co pozwala mieć nadzieję na wdrożenie jej w produktach komercyjnych. Wykaz osiągnięć doktorantki, zamieszczony w Załączniku 1 rozprawy, wskazuje na jej imponujący dorobek naukowy na tym etapie rozwoju kariery naukowej. Wśród wielu przedstawionych publikacji na wyróżnienie zasługuje cykl 6 artykułów związanych z tematyką doktoratu, opublikowanych w czasopismach znajdujących się w Journal Citation Reports. W każdym z tych artykułów Doktorantka jest pierwszym autorem. Ponadto, doktorantka była również kierownikiem projektu badawczego (konkurs Preludium) finansowanego ze środków zewnętrznych (Narodowe Centrum Nauki).

Zgodnie z „Zasadami przeprowadzania postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w Politechnice Białostockiej” przedstawiona do oceny rozprawa spełnia wymagania wnioskowania o wyróżnienie.

dr hab. inż. Małgorzata Szczerska, prof. uczelni