



**WYDZIAŁ FIZYKI
i INFORMATYKI
STOSOWANEJ**

Uniwersytet Łódzki

Łódź, dnia 19.08.2023 r.

dr hab. Paweł Kowalczyk, prof. UŁ
Kierownik Katedry Fizyki Ciała Stałego
Uniwersytet Łódzki
ul. Pomorska 149/153
90-236 Łódź
e-mail: pawel.kowalczyk@uni.lodz.pl

Ocena rozprawy doktorskiej mgr inż. Karoliny Turlakiewicz

pt. „Opracowanie nieresorbowalnych, syntetycznych implantów siatkowych wykorzystywanych w operacyjnych metodach leczenia nietrzymania moczu u kobiet oraz przyczynowego lub zapobiegawczego występowania przepuklin okołostomijnych”

W przedstawionej do recenzji pracy doktorskiej wykonanej pod kierunkiem dr. hab. Michała Puchalskiego, prof. PŁ i dra hab. inż. Witolda Sujki, mgr inż. Karolina Turlakiewicz podejmuje tematykę nanoszenia warstw ditlenku tytanu na implanty siatkowe o zastosowaniach medycznych w celu podniesienia ich biokompatybilności. Jest to niezmiernie istotnym zagadnieniem o dużym znaczeniu dla rozwoju społeczeństwa. Z informacji zawartych na końcu rozprawy wynika, iż pani Karolina Turlakiewicz jest współautorką 3 prac opublikowanych w czasopismach naukowych z czego w dwóch jest pierwszym autorem. Jest również współautorem dwóch patentów oraz zdobywcą dwóch złotych medali będących wyróżnieniami wynalazków. W pracy zabrakło informacji o udziale Doktorantki w konferencjach naukowych. Należy podkreślić, że przedstawiona do recenzji praca jest efektem programu Doktoratów Wdrożeniowych.

Rozprawa doktorska podzielona została na pięć rozdziałów stanowiących jej trzon oraz spisy dorobku naukowego Autorki, literatury (liczący 229 pozycji) oraz rysunków i tabel. W rozdziale pierwszym Autorka opisuje historię i zastosowania implantów siatkowych koncentrując się na ich zastosowaniach w leczeniu przepuklin okołostomijnych oraz taśm urologicznych stosowanych w leczeniu wysiłkowego nietrzymania moczu. W rozdziale tym omówione zostały również własności materiałów wykorzystanych w badaniach: polipropylenu i tlenków tytanu a także technika ALD wykorzystana do wytworzenia pokryć z tlenku tytanu. Rozdział drugi rozprawy poświęcony został omówieniu celów oraz tez stawianych przez pracę. W szczególności Autorka postawiła dwie tezy: (1) wymóg stosowania procesu stabilizacji termicznej w produkcji implantów siatkowych oraz (2) ALD pozwala na wytworzenie jednorodnych, konformalnych, hydrofilowych i biokompatybilnych pokryć

tel.: +48 42 635-57-42, fax: +48 42 635-57-42,
ul. Pomorska 149/153 3, 90-236 Łódź
e-mail: dziekanat@wfis.uni.lodz.pl

 www.wfis.uni.lodz.pl

polipropylenu. Z kolei w rozdziale trzecim Doktorantka skupiła się na opisie metodologii pomiarowej. Główną część pracy doktorskiej stanowi rozdział czwarty. W pierwszej jego części Autorka rozprawy skupiła się na opisie stabilizacji termicznej siatek polimerowych. Z kolei w drugiej części Doktorantka opisuje eksperymenty związane z nanoszeniem warstw tlenku tytanu na włókniny polipropylenowe oraz implanty siatkowe. Implanty siatkowe z tak przygotowanymi warstwami były przedmiotem badań biokompatybilności w hodowlach komórkowych. Jest to niewątpliwie najciekawsza część pracy. Główną część dysertacji kończy krótkie podsumowanie zamknięte w rozdziale piątym pracy.

Stronę formalną przedstawionej do recenzji rozprawy oceniam dobrze. Praca jest bardzo estetyczna a rysunki i tabele dobrej jakości i bardzo czytelne. Moje uwagi dotyczące formalnej strony pracy przedstawiam poniżej:

- W pracy odleźć można drobne błędy językowe, niezręczne sformułowania oraz drobne omyłki edytorskie, które nie wpływają na jej pozytywny odbiór.
- Czytelność podpisów pod rysunkami oraz tabelami a także ich spisów mogłaby zostać poprawiona poprzez dodanie separatora między numerem Rysunku bądź Tabeli a podpisem.
- Autorka jest niekonsekwentna w stosowaniu wycięć rozpoczynających akapity.
- Autorka jest również nie konsekwentna jeśli chodzi o miejsce rozpoczęcia głównych rozdziałów pracy (większość rozdziałów rozpoczyna się od początku strony a jeden nie).
- W lekturze pracy przeszkadza ilość wprowadzanych skrótów np. NTM, WNM, NNM, MNM, CM, NCM, TM. Co więcej część tych skrótów używana jest sporadycznie w pracy a większość nigdy.
- Spis skrótów nie jest posortowany co utrudnia odnajdywanie poszukiwanych nazw.
- Autorka zdecydowała się na jeden rozdział opisujący wszystkie przeprowadzone eksperymenty co zaowocowało trudną w odbiorze numeracją podrozdziałów sięgającą pięciu poziomów np. 4.2.6.2.3.1.
- Jakość rysunku 9 i kilku kolejnych wskazuje, że mogą to być reprodukcje. Jeśli tak faktycznie jest to nie podano odnośnika literaturowego.
- Na stronie 68 Doktorantka wspomina liczbę falową bez jej definicji.
- Tezy postawione w pracy zakładają wymóg stosowania „stabilizacji termicznej” jednak pojęcie to nie zostało jawnie zdefiniowane we wstępie. Definicja pojawia się dopiero w rozdziale 4. Takie ułożenie utrudnia zrozumienie postawionych przez Doktorantkę tez.

Merytoryczną stronę pracy oceniam pozytywnie. Niewątpliwie doktorantka postawiła przed sobą bardzo ambitny cel polegający na wytworzeniu warstw tlenku tytanu na siatkach polipropylenowych. Nie mam wątpliwości, że jest to zadanie niezmiernie trudne i wymagające wielu eksperymentów prowadzonych metodami prób i błędów. Kilka takich eksperymentów zostało opisane w pracy. Pierwszy z nich polegał na zbadaniu własności siatek z warstwami wytworzonymi przy stałej liczbie cykli ALD wynoszącej 200 i różnych temperaturach prowadzenia procesu wzrostu. W drugim eksperymencie Autorka zdecydowała się sprawdzić jakość wytworzonych warstw zmieniając liczbę cykli utrzymując stałą temperaturę. Świadczy to niewątpliwie o dojrzałości naukowej i umiejętności wnioskowania na podstawie wyników badań. Bardzo interesujący wydał mi się trzeci z przeprowadzonych eksperymentów związany z naniesieniem tlenku tytanu na implanty oraz pomiar sorpcji wody. Wskazuje on jasno na hydrofilowość wytworzonych pokryć a tym samym na poprawę własności implantów. W ostatnim z przeprowadzonych eksperymentów wykazana została stosunkowo duża biokompatybilność wytworzonych pokryć. Niestety jednocześnie muszę stwierdzić, że opis przedstawiony w pracy jest wykonany w formie raportu. To negatywne wrażenie podtrzymują wnioski zaprezentowane w rozdziale 5 przedstawione w postaci kilku punktów bez odniesienia się do

postawionych na początku pracy tez oraz szerszego spojrzenia na tematykę. Tym samym Autorka rozporowuje pozostawia czytelnika z własnymi myślami dotyczącymi osiągnięcia zakładanych celów badawczych. W tej części zabrakło również dyskusji potencjalnych zastosowań wytworzonych pokryw. W trakcie lektury przedstawionej do recenzji pracy nasunął mi się szereg uwag i pytań, które wymienione są poniżej:

- Na stronie 40 rozprawy Autorka wspomina o relacjach między cechami polipropylenu a jego własnościami strukturalnymi przy czym pojęcie taktyczności jest wprowadzone jedynie pośrednio. Utrudnia to zrozumienie tekstu pracy.
- Na stronie 46 Autorka wspomina, że TiO_2 ma odpowiednią przerwę energetyczną do zastosowań biologicznych. Zabrakło jednak wyjaśnienia jak szerokość przerwy energetycznej wpływa na biokompatybilność materiałów.
- Na tej samej stronie Doktorantka wspomina o hydrofilowości TiO_2 – czy ta własność zależy będzie od porowatości materiału?
- W pracy badano TiO_2 ale czy w opisanej syntezie powstawać mogą inne fazy tego tlenku i jaki mogą mieć wpływ na własności implantów?
- Na stronie 90 rozprawy Autorka opisuje typy krzywych wykorzystywanych w dopasowaniach. Czy zasadne wydaje się stosowanie kombinacji Gausa i Lorentza zamiast log-normal?
- Jakie są błędy pomiarowe na rysunku 23b?
- Z czego mogą wynikać różnice w wydłużeniach siatek omawiane na stronie 94 dysertacji?
- Co zdaniem Doktorantki jest przyczyną różnic widmach WAXD pokazanych na rysunkach 23 i 30?
- Na stronie 111 rozprawy Doktorantka stwierdza, że w próbkach z wytworzoną warstwą tlenku tytanu pozostają zanieczyszczenia w postaci chloru bądź jego związków. Jakie działania można podjąć aby zminimalizować ilość tych zanieczyszczeń?
- Na stronie 124 rozprawy Autorka opisuje warstwę tlenku tytanu jaka powstała po kilku tysiącach cykli. Argumentuje, że stosunek atomowy O:Ti wynosi 2:1 gdy tymczasem podane liczby wskazują bardziej na 6.7:1. Autorka twierdzi, że rozbieżność jest w zakresie błędu pomiarowego. Twierdzenie to wydaje się nieuzasadnione i wymaga komentarza.

Podsumowanie

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Karoliny Turlakiewicz związana jest ze wzrostem tlenku tytanu na polipropylenie i implantach siatkowych. Zawarte w niej wyniki są oryginalne i zostały przedstawione w serii kilku artykułów naukowych i patentów. Rozprawa przygotowana przez mgr inż. Karolinę Turlakiewicz wskazuje jednoznacznie o jej zdolności do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Niewielkie uchybienia edytorskie występujące w rozprawie nie wpływają znacząco na jej poziom naukowy i moją jej pozytywną ocenę. Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Karoliny Turlakiewicz spełnia warunki stawiane przez Ustawę Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce i wnioskuję o dopuszczenie Doktorantki do publicznej obrony rozprawy.

dr hab. Paweł Kowalczyk, prof. UŁ

