

Profesor dr hab. Stanisław Mitura, dr hc TUL

e-mail: stanislaw.mitura@gmail.com

Koszalin, 2 lutego 2021 roku

Recenzja pracy doktorskiej

mgr Mileny Prowizor:

**„Charakterystyka właściwości fizykochemicznych powłok
diamentopodobnych domieszkowanych tytanem i ich modyfikacja
cienkimi warstwami organicznymi”**

Promotor: dr hab. Michał Cichomski, prof. UŁ

**1 Ocena oryginalności problematyki i poprawności założeń
badawczych pracy.**

Praca doktorska Pani mgr Mileny Prowizor: „Charakterystyka właściwości fizykochemicznych powłok diamentopodobnych domieszkowanych tytanem i ich modyfikacja cienkimi warstwami organicznymi” dotyczy ważnego zagadnienia, związanego z przygotowaniem powierzchni nowoczesnych materiałów, spełniających złożone wymagania, szczególnie z obszaru inżynierii biomedycznej.

Praca ma charakter technologiczny aczkolwiek ambicje Autorki doprowadziły do analizy zjawisk, zachodzących nie tylko w trakcie procesu wytwarzania.

W skali nanometrycznej warstwy samoorganizujące (SAMs) stanowią alternatywę do klasycznych środków smarowych stosowanych w skali makro, tak więc praca stanowi pewną kontynuację badań profesora Stanisława Płazy.

Pomimo znacznej liczby publikacji w tej dziedzinie, w dostępnej literaturze – oprócz prac autorskich lub współautorskich Doktorantki - brak jest informacji o przeprowadzaniu podobnych eksperymentów, dlatego badania nad tym zagadnieniem w odczuciu recenzenta są bardzo intrygujące z punktu widzenia poznawczego podstawowych zjawisk fizykochemicznych występujących w opisanym procesie.

2 Ocena merytoryczna pracy.

Praca obejmuje 182 strony maszynopisu, 62 rysunków i 11 tabel, zawiera przegląd piśmiennictwa (60 stron) i badania własne. W przeglądzie piśmiennictwa Doktorantka wprowadziła parametry wykorzystywane do opisu właściwości mechanicznych, strukturalnych oraz biologicznych cienkich warstw oraz przedstawiła standardowe metody służące do wyznaczania wartości tych parametrów. Przegląd piśmiennictwa opracowany został na podstawie 227 pozycji literaturowych (w tym 6 własnych), obejmujących głównie ostatnie dziesięciolecie.

W oparciu o przeprowadzony przegląd literatury, dotyczący szczególnie warstw węglowych Pani Milena Prowizor sformułowała tezę pracy:

„Zawartość tytanu w powłoce diamentopodobnej oraz struktura użytego do modyfikacji powłok Ti-DLC kwasu fosfonowego tworzącego warstwę samoorganizującą ma wpływ na właściwości fizykochemiczne powierzchni.”

Właśnie z tego powodu głównym celem badań podjętych przez Doktorantkę w ramach recenzowanej pracy doktorskiej było wytworzenie za pomocą modyfikacji bezpośredniej i pośredniej układu: *domieszkowana powłoka DLC - warstwa samoorganizująca* oraz określenie właściwości fizykochemicznych tego kompozytu. Pani Milena Prowizor określiła cele szczegółowe pracy:

- *Bezpośrednia modyfikacja powłoki DLC poprzez wprowadzenie do jej struktury tytanu (Ti) oraz charakterystyka właściwości tak powstałego układu;*
- *Określenie wpływu stężenia domieszki tytanu na właściwości powłok Ti-DLC;*
- *Pośrednia modyfikacja poprzez wytworzenie na powierzchni powłok Ti-DLC o różnym stężeniu tytanu cienkich, samoorganizujących się warstw kwasów fosfonowych;*
- *Określenie zależności pomiędzy rodzajem zastosowanego modyfikatora a otrzymanymi właściwościami powierzchni.*

Doktorantka zastosowała najnowsze metody inżynierii powierzchni. Część eksperymentalną pracy Doktorantka przeprowadziła po odpowiednim, przemyślanym doborze aparatury. Doktorantka zrealizowała cały, niezwykle obszerny zakres postulowanych badań. Cele zostały osiągnięte.

Wnioski zostały sformułowane poprawnie.

Poziom naukowy opracowania jest bardzo dobry, chociaż praca jest zdecydowanie zbyt obszerna.

Uwagi ogólne.

- Praca doktorska zawiera fragmenty mało czytelne. Co to są „*Otwarte struktury*” oraz „*Gęste struktury*” (str. 13).
- Proszę wyjaśnić sens: „*Po 100 metrach przebytej drogi cząsteczki modyfikatora (materiał smarny) reorganizują się na powierzchni w ten sposób, że wypełniają miejsca defektów, co w konsekwencji powoduje ustabilizowanie się współczynnika tarcia...*” (str. 138).
- Proszę wyjaśnić sens zdania: „*Ostatnim badanym parametrem, który jest dość istotny, zwłaszcza w zastosowaniach z biomedycznych, to odporność materiału na wzrost bakterii...*” (str. 152).
- Proszę uzasadnić wniosek (str. 161): „*W powłokach Ti-DLC, wraz ze wzrostem stężenia tytanu rośnie liczba atomów węgla o hybrydyzacji sp³ oraz maleje stosunek ID/IG co oznacza, iż powłoka jest bardziej diamentopodobna.*”

Szczegółowa analiza pracy doktorskiej pozwala docenić wyniki badań, uzyskane przez Doktoranta. Pomimo powyższych i innych niedociągnięć pracę można ocenić zdecydowanie pozytywnie. Rozważania interdyscyplinarne z dziedziny inżynierii powierzchni oraz inżynierii biomateriałów prowadzone są z dużym rozeznaniem i krytycyzmem, co świadczy o umiejętności Doktoranta do syntetyzowania wiedzy i jego dojrzałości naukowej. Na podkreślenie zasługuje użyteczny aspekt zrealizowanej pracy. Istnieje możliwość wykorzystania wyników badań i analiz w praktyce.

3 Wniosek końcowy.

Pani mgr Milena Prowizor wykazała dobrą znajomość tematu i formułowania tez naukowych. Wykonane przez Doktorantkę badania doświadczalne nie budzą wątpliwości oraz zastrzeżeń merytorycznych a ich interpretacja świadczy o dojrzałości naukowej Doktorantki.

Biorąc powyższe pod uwagę, wyrażam opinię, że praca Pani mgr Mileny Prowizor: „Charakterystyka właściwości fizykochemicznych powłok diamentopodobnych domieszkowanych tytanem i ich modyfikacja cienkimi warstwami organicznymi” odpowiada warunkom Ustawy.

Uważam, że spełnione są wszystkie wymagania stawiane w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (z 14 marca 2003 roku .Dz. U. 65, poz. 595 ze zmianami w Dz. U. z 2005 r., nr 164 poz. 1365) w zakresie przyznawania tytułu doktora nauk chemicznych w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, dyscyplinie nauki chemiczne.

Na tej podstawie, stawiam wniosek o dopuszczenie pracy doktorskiej mgr Mileny Prowizor do jej publicznej obrony.

