

Profesor dr hab. Stanisław Mitura, dr hc

e-mail: stanislaw.mitura@gmail.com

Koszalin, 2 czerwca 2017 roku

Recenzja pracy doktorskiej
mgr inż. Klaudii Trembeckiej – Wójcigi
„Biomimetyczne powłoki na bazie węgla aktywujące komórki macierzyste z krwi
w warunkach dynamicznych”

Promotor dr hab. inż. Roman Major
Promotor pomocniczy dr Aldona Mzyk

1 Ocena oryginalności problematyki i poprawności założeń badawczych pracy.

Praca doktorska Pani mgr inż. Klaudii Trembeckiej – Wójcigi „Biomimetyczne powłoki na bazie węgla aktywujące komórki macierzyste z krwi w warunkach dynamicznych” dotyczy ważnego nowatorskiego zagadnienia, związanego z modyfikacją powierzchni z wykorzystaniem zaawansowanych metod inżynierii materiałowej i biomedycznej.

Praca ma charakter technologiczny aczkolwiek ambicje Autorki doprowadziły do drobiazgowych analiz zjawisk na poziomie molekularnym, z wykorzystaniem najnowszych metod stosowanych w biologii oraz medycynie.

Pomimo znacznej liczby publikacji w tej dziedzinie, w dostępnej literaturze brak jest informacji o przeprowadzaniu podobnych eksperymentów, dlatego też badania nad tym zagadnieniem w odczuciu recenzenta są bardzo intrygujące z punktu widzenia poznawczego podstawowych zjawisk występujących w opisanym procesie.

2 Ocena merytoryczna pracy.

Praca obejmuje 199 stron maszynopisu, 101 rysunków i 18 tabel, zawiera przegląd piśmiennictwa (58 stron, 10 rysunków, 1 tabela) i badania własne. W przeglądzie piśmiennictwa Pani Klaudia Trembecka – Wójciga wprowadziła bogatą nomenklaturę oraz parametry wykorzystywane do opisu właściwości materiałowych oraz biologicznych stosowanych materiałów oraz przedstawiła niezwykle wysublimowane jak również standardowe metody służące do wyznaczania wartości tych parametrów. Przegląd piśmiennictwa opracowany został na podstawie 316 pozycji literaturowych, obejmujących głównie ostatnie dziesięciolecie.

Głównym celem badań podjętych przez Doktorantkę w ramach rozprawy doktorskiej było *„Ukierunkowane zróżnicowanie komórek progenitorowych poprzez odpowiednio zoptymalizowaną, pod kątem trombogенności, powierzchnię materiałów funkcjonalnych w postaci cienkich powłok na bazie węgla, ich diagnostyka strukturalna i biomedyczna”*.

Przedstawiona została hipoteza badawcza: *„Plazmowe metody modyfikacji powierzchni generujące kontrolowany udział naprężeń własnych wpływają na formowanie się topografii powierzchni w postaci nano-fałd, tworząc strukturę podobną do nisz komórkowych umożliwiając wychwytywanie komórek macierzystych z przepływającej krwi, wpływając na ich właściwe różnicowanie do śródbłona”*.

Teza pracy: *Procesy inżynierii materiałowej, poprzez sterowanie mikrostrukturą i topografią powierzchni, umożliwiają odtworzenie funkcji nisz komórkowych, co pozwala na wychwyt i aktywację komórek macierzystych z przepływającej krwi.*

Pani Klaudia Trembecka – Wójciga zastosowała najnowsze metody inżynierii powierzchni, stosowane nie tylko dla potrzeb inżynierii biomedycznej. Część eksperymentalną pracy Doktorantka przeprowadziła po odpowiednim, przemyślanym doborze aparatury.

- Powłoki naniesiono na podłoża płaskie, poliuretan - PU, polieteroeteroketon - PEEK, krzem oraz szkło, w oparciu o metody fizycznego osadzania z fazy gazowej (PVD) w atmosferze wysokiej próżni przy wykorzystaniu aparatury stosowanej na skalę przemysłową, przy współpracy z instytutem austriackim Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH, Institute of Surface Technologies and Photonics, Functional Surfaces w Leoben. Tabela 5.1_1 zawiera wykaz powłok naniesionych na podłoża płaskie.
- Modyfikacja powierzchni w formie fałd w skali mikrometrycznej opierała się na odkształceniu materiału podłoża w trakcie nanoszenia powłok techniką PVD. W tym celu zaprojektowano i wykonano specjalną ramkę, która umożliwia precyzyjne zadanie odkształcenia. Strukturyzacja powierzchni wykonana została w oparciu o techniki laserowej litografii interferencyjnej przy wykorzystaniu dwóch systemów laserowej wiązki interferencyjnej o dużych gęstościach mocy. Utworzono struktury periodyczne w formie wzorów dwu- i trójwymiarowych o określonej morfologii.
- Zastosowano metody diagnostyki inżynierii materiałowej (Transmisyjna Mikroskopia Elektronowa TEM, Mikroskopia Sił Atomowych AFM, Kąt zwilżania przy użyciu metody analizy kształtu kropli DSA, Twardość powłok badano stosując wgłębnik diamentowy o geometrii Berkovicha i CSM, Analizę chropowatości wykonano przy wykorzystaniu pakietu NanoScope Analysis).
- Badania biologiczne w aspekcie oceny materiałów zrealizowano za pomocą najnowszych metod, prezentowanych w literaturze (Komora przepływu promieniowego, Test Impact-R, Analiza *in vitro* aktywności prokoagulującej mikrocząstek, Endotelializację wizualizowano za pomocą fluorescencyjnego mikroskopu konfokalnego, Analiza komórek śródbłonna iCell, Analiza genotoksyczności powłoki przy użyciu testu AMES MPF™ Penta I).

Doktorantka zrealizowała cały, niezwykle obszerny zakres postulowanych badań. Cele zostały osiągnięte.

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

W pracy trudno znaleźć uchybienia, jednak można dla przykładu zacytować wątpliwe sformułowania:

- analizy kształtu kropli siedzącej
- twardość powłok badano metodą instrumentalnej indentacji
- testy zarysowania
- obrazy zostały wykonane w rozdzielczości
- kilka rzędów atomowych naniesionego materiału.

Rozważania interdyscyplinarne z dziedziny inżynierii powierzchni prowadzone są z dużym rozeznaniem i krytycyzmem, co świadczy o umiejętności Doktorantki do syntetyzowania wiedzy i jej dojrzałości naukowej.

Na podkreślenie zasługuje użyteczny aspekt zrealizowanej pracy. Istnieje możliwość wykorzystania wyników badań i analiz w praktyce.

3 Wniosek końcowy.

Doktorantka wykazała dobrą znajomość tematu i formułowania tez naukowych. Wykonane przez nią badania teoretyczne i doświadczalne nie budzą wątpliwości oraz zastrzeżeń merytorycznych a ich interpretacja świadczy o dojrzałości naukowej Doktorantki. Praca napisana jest w sposób zrozumiały, posiada cechy oryginalności oraz wnosi nowe wartości poznawcze w stosunku do dotychczasowego stanu wiedzy w dyscyplinie nauk technicznych w zakresie inżynierii materiałowej.

Praca zasługuje niewątpliwie na określenie – **wyróżniająca**.

Biorąc powyższe pod uwagę, wyrażam opinię, że praca mgr inż. Klaudii Trembeckiej – Wójcigi „Biomimetyczne powłoki na bazie węgla aktywujące komórki macierzyste z krwi w warunkach dynamicznych” 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 technicznych w zakresie inżynierii materiałowej.

Na tej podstawie, stawiam wniosek o dopuszczenie pracy doktorskiej mgr inż. Klaudii Trembeckiej – Wójcigi do jej publicznej obrony.

Janina Mitura