



**Politechnika Łódzka**  
Instytut Inżynierii Materiałowej



## **RECENZJA**

**rozprawy doktorskiej lek. Michała Wilka**

**pt: „ Modyfikowanie powierzchni tytanu pod kątem połączenia z ceramiką  
dentystyczną”**

zrealizowanej pod kierunkiem

Promotora prof. dr hab. inż. Leszka Klimka

oraz Promotor pomocniczej dr hab. Beaty Śmielak

Dzięki ciągłemu rozwojowi współczesna stomatologia oferuje wiele rozwiązań służących zachowaniu zdrowia i prawidłowej funkcjonalności zębów i jamy ustnej. W stomatologii ważne miejsce zajmuje protetyka i implantologia, których rozwój uwarunkowany jest postępowaniem wiedzy dotyczącej właściwości i metod modyfikacji stosowanych materiałów. Ze względu na bardzo dobrą biogodność, jednym z podstawowych materiałów protetyki i implantologii stomatologicznej jest tytan. Warunkiem wykorzystania w pełni jego zalet w stomatologii jest jednak m. in. możliwość tworzenia trwałych połączeń tytanu z ceramiką. W dotychczasowej praktyce połączenie tytan-ceramika uzyskiwane jest w wyniku zastosowania jedynie obróbki strumieniowo-ściernej. Przedstawiona do recenzji praca doktorska podejmuje temat poprawy wytrzymałości połączenia tytan-ceramika w oparciu o modyfikację powierzchni tytanu metodą utleniania anodowego. Oceniam, że temat rozprawy doktorskiej lek. Michała Wilka jest aktualny i uzasadniony, a podjęcie tematu pracy wynikało nie tylko z problematyki naukowo-badawczej, ale nakierowane było również na osiągnięcie potencjalnych efektów praktycznych.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska została napisana w klasycznym układzie i liczy 128 stron. Na początku pracy umieszczono Spis treści oraz Wykaz skrótów i oznaczeń. Praca podzielona została na dwanaście rozdziałów. Pierwszych siedem rozdziałów stanowi część teoretyczną pozwalającą na zapoznanie się

Politechnika Łódzka Wydział Mechaniczny  
Siedziba: 90-537 Łódź, ul. Stefanowskiego 1/15,

Adres korespondencyjny:  
90-924 Łódź, ul. Żeromskiego 116  
NIP: 727-002-18-95, REGON 000001583

Instytut Inżynierii Materiałowej  
Bud A18 Sekretariat IV piętro pok. 444

e-mail: w1111@adm.p.lodz.pl  
tel. 42 631 30 30  
www.im.p.lodz.pl



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

z zagadnieniami podstawowymi i przeglądem piśmiennictwa dotyczącego tematyki pracy. Po części teoretycznej Autor zamieścił rozdział w którym sformułowany został cel i zakres pracy. Ostatnie cztery rozdziały zawierają opis części doświadczalnej, wyniki uzyskane w pracy, dyskusję i wnioski. Pracę kończy bibliografia obejmująca 101 pozycji literaturowych, w większości anglojęzycznych, oraz streszczenia w języku polskim i angielskim.

W części teoretycznej doktorant przedstawił rys historyczny rozwoju protetyki stomatologicznej, opis możliwości stosowania złożonych prac metalowo-ceramicznych oraz pełnoceramicznych, a także charakterystykę ceramiki stomatologicznej i połączenia metal-ceramika. W części tej umieszczono również rozdział dotyczący właściwości tytanu i jego zastosowania jako biomateriału. W rozdziale tym autor umieścił także przegląd piśmiennictwa dotyczącego wytwarzania i zastosowania warstw tlenkowych na tytanie, ze szczególnym uwzględnieniem metody anodowania tytanu. Szczególnie ważny w aspekcie celu pracy jest kolejny rozdział części teoretycznej, poświęcony analizie adhezji na granicy metal-ceramika. Część teoretyczną zamyka rozdział dotyczący parametrów charakteryzujących powierzchnię ograniczonych do chropowatości i energii powierzchniowej.

Powyższa część pracy została przygotowana w oparciu o przegląd literatury przedmiotu i stanowi syntetyczny opis stanu zagadnień związanych z tworzeniem trwałych połączeń metalowo-ceramicznych w pracach protetycznych ze szczególnym uwzględnieniem połączeń tytan-ceramika. Treści zawarte w części teoretycznej dobrze wpisują się w tematykę pracy doktorskiej.

Pewne wątpliwości może budzić podział tekstu pomiędzy rozdziały np. znaczna część treści rozdziału 5.3 (Warstwy tlenkowe- zastosowania w medycynie ogólnej i stomatologii) dotyczy zastosowań tytanu i powinna znaleźć się w rozdziale 5.2 (Właściwości tytanu). Doktorant nie ustrzegł się także obecności w tekście kilku niezręcznych sformułowań jak np.: „ilość codziennie aplikowanych implantów jest prawdopodobnie niepoliczalna” na str. 22, czy nielicznych błędów edycyjnych jak błędne końcówki, pominięte litery czy fragmenty słów. Obecność tego typu błędów jest jednak bardzo trudna do całkowitego wyeliminowania i są one częścią niemal każdej pracy.

W rozdziale ósmym sformułowane zostały cele pracy dotyczące wytwarzania i badania warstw tlenkowych na podłożu tytanowym oraz zakres zaplanowanych badań i analiz.

Część doświadczalną rozpoczyna rozdział Materiały i metody w którym Doktorant czytelnie przedstawił sposób prowadzenia badań i zastosowane metody.

Rozdział dziesiąty zawiera wyniki przeprowadzonych badań. Rozdział ten jest bardzo obszerny. Na niemal stu rysunkach zawiera on przykładowe wyniki badań, tlenkowych warstw wytworzonych metodą anodowania tytanu, Są to obrazy SEM, profile chropowatości powierzchni, fotografie kropli w badaniu zwilżalności powierzchni, wykresy i obrazy rozkładu pierwiastków w badaniu składu chemicznego oraz dyfraktogramy. W rozdziale tym umieszczone zostały także tabelaryczne zestawienia otrzymanych wyników wymienionych wyżej badań oraz wyniki badań wytrzymałości połączeń anodowanego tytanu z ceramiką, które przedstawione zostały w postaci tabel i wykresów. Ostatni podrozdział prezentuje wyniki badań przełomów po badaniach wytrzymałości połączenia anodowanego tytanu z ceramiką oraz analizę statystyczną wyników badań wytrzymałościowych.

Liczba przedstawianych w tym rozdziale wyników świadczy o ilości pracy jaką włożył Doktorant w realizację swojej pracy doktorskiej. Uważam, jednak, że liczba prezentowanych wyników szczegółowych, szczególnie w odniesieniu do profili chropowatości czy fotografii kropli, mogłaby zostać ograniczona bez szkody dla jakości dysertacji. Z drugiej strony, przedstawienie wyników pomiarów chropowatości (Tabela 7) czy swobodnej energii powierzchniowej (Tabela 10) nie w postaci tabel lecz w postaci wykresu, ułatwiłoby ich analizę. Problemy z analizą dotyczą także wyników dyfrakcji rentgenowskiej, ponieważ zamieszczone w pracy dyfraktogramy są mało czytelne.

W rozdziale Omówienie wyników i dyskusja Doktorant zinterpretował wyniki własne w odniesieniu do wyników badań innych autorów. W końcowej części pracy Doktorant wskazał kierunki dalszych badań i sformułował końcowe wnioski. W wyniku dyskusji Autor stwierdził, że zastosowanie utleniania anodowego zwiększa wytrzymałość złącza tytan-ceramika w stosunku do grupy kontrolnej próbek tytanu nie poddanej anodowaniu, co jest bardzo obiecującym rezultatem zrealizowanej pracy.

Pewien niedosyt budzi jednak brak analizy zależności uzyskanej poprawy wytrzymałości złącza tytan-ceramika od badanych parametrów modyfikowanej powierzchni tytanu. Proszę aby w czasie obrony Doktorant przedstawił analizę zależności wytrzymałości złącza anodowanej powierzchni tytanu z ceramiką od chropowatości tej powierzchni i jej budowy fazowej.

Praca doktorska lek. Michała Wilka dotyczy tematu leżącego na pograniczu stomatologii i inżynierii materiałowej. Tego typu interdyscyplinarne prace są zwykle dużym wyzwaniem ponieważ wymagają zgłębiania zagadnień często wykraczających dość daleko poza zakres formalnego wykształcenia. Z podjętego zadania Doktorant wywiązał się bardzo dobrze. Udowodnił, że przy zachowaniu perspektywy lekarza dentysty, sprawnie posługuje się wieloma metodami badań materiałów, posiada umiejętność prawidłowego zaplanowania tych badań, interpretacji ich wyników i wyciągania wniosków, czyli umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Stwierdzam, że recenzowana praca pt.: „Modyfikowanie powierzchni tytanu pod kątem połączenia z ceramiką dentystyczną” w myśl obowiązujących przepisów, spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim i zwracam się do Rady Nauk Medycznych Uniwersytetu Medycznego w Łodzi o dopuszczenie lek. Michała Wilka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Łódź, dn. 20 grudnia 2021 r.

  
dr hab. inż. Bożena Pietrzyk, prof. uczelni