

**Katedra Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych  
Wydział Mechaniczny Technologiczny  
Politechnika Śląska**

**ROZPRAWA DOKTORSKA**

*„Wpływ hybrydowej modyfikacji powierzchni biomateriałów ze stopu tytanu Ti6Al4V na jego własności fizykochemiczne oraz biologiczne”*

**mgr inż. Anna Woźniak**

**Dyscyplina:** Inżynieria Materiałowa

**Specjalność naukowa:** Badanie własności fizykochemicznych biomateriałów

**Promotor:**

**Dr hab. inż. Marcin Adamiak, prof. PŚ**

**Promotor pomocniczy:**

**Dr inż. Bogusław Ziębowicz**

**Gliwice 2022**

# 1. Streszczenie

Celem pracy było opracowanie i zbadanie możliwości zastosowania hybrydowego wariantu obróbki powierzchniowej z wykorzystaniem materiału podłoża wytworzonego ze stopu Ti6Al4V technologią druku SLM pod kątem otrzymania biomateriałów o korzystnych cechach biofunkcjonalnych.

Na podstawie przeprowadzonego doboru parametrów procesu SLM wykazano, że gęstość względna badanych próbek zwiększała się wraz ze zwiększeniem gęstości energii lasera (P) oraz wraz ze zmniejszeniem szybkości skanowania (SP). Wykazano brak liniowej zależności gęstości względnej próbek w zależności od liniowej gęstości energii (E) dostarczonej do materiału proszkowego. Zdefiniowano cztery okna procesowe w zależności od stopnia i charakteru porowatości próbek. Dla próbek wytworzonych przy kombinacji parametrów  $P = 400 \text{ W}$  oraz  $SP = 700 \text{ mm/s}$  ( $E = 575 \text{ kJ/mm}$ ) odnotowano największe wartości gęstości względnej, odpowiadającej 93,3% gęstości referencyjnej stopu Ti6Al4V. Analizy mikroskopowe (mikroskop świetlny, SEM oraz TEM) próbek po obróbce cieplnej poprzez wyżarzanie ( $T = 800^\circ\text{C}$ ,  $t = 4 \text{ h}$ ) wykazały, że strukturę stopu stanowiła równowaga faz  $\alpha + \beta$ . Nie uwidoczniono obecności martenzytycznej fazy typu  $\alpha'$ , charakterystycznej dla detali powykonawczych SLM.

W oparciu o badania własności fizyko- i elektrochemicznych wykazano pozytywny wpływ osadzania warstw ZnO na odporność korozyjną materiału podłoża oraz na ograniczenie jego degradacji w warunkach symulujących stan zapalny. Dodatkowo, udowodniono że funkcjonalizacja powierzchni poprzez mikrotekstutowanie laserowe wpłynęła na zwiększenie odporności materiału podłoża na zużycie cierne w warunkach smarowania. W oparciu o analizy własności mikrobiologicznych wykazano, że próbki teksturowane z warstwami ZnO charakteryzują się biozgodnością wobec komórek prawidłowymi fibroblastów (U2OS) oraz własnościami biobójczymi względem bakterii szczepu *E. coli* w teście po 24 h inkubacji. Dodatkowo próbki wykazywały własności toksyczne względem komórek nowotworowych (NHDF).

Wykazano, że zastosowanie hybrydowego wariantu modyfikacji powierzchni stopu Ti6Al4V, otrzymanego technologią SLM umożliwiło uzyskanie biomateriału o własnościach fizykochemicznych i trybologicznych pożądanym ze względu na rozważane zastosowanie w organizmie ludzkim.