

## POPOLARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU (W JĘZYKU POLSKIM)

Biomedyczne stopy beta Ti są nową generacją biomateriałów metalicznych o właściwościach sprężystych zbliżonych do właściwości ludzkich kości. Unikalne cechy tych materiałów wynikają z niskiej stabilności termodynamicznej fazy regularnej uzyskiwanej podczas przesycania. Powszechne stosowanie stopów beta Ti jest jednak utrudnione z powodu zachodzenia niepożądanych przemian fazowych (faza omega i martenzytyczna) indukowanych odkształceniem plastycznym i obróbką cieplną. Stop Ti-29Nb-13Ta-4,6Zr (TNTZ) jest jedynym z niewielu komercyjnych stopów nowej generacji, zachowującym jednofazową strukturę nawet po odkształceniu plastycznym. Charakteryzuje się on jednym z najniższych modułów Younga (ok. 60 GPa) w grupie stopów Ti do zastosowań biomedycznych. Główną wadą tego materiału jest wytrzymałość, niższa od powszechnie wykorzystywanego w medycynie stopu Ti6Al4V. Rozdrobnienie ziarna i zwiększenie gęstości dyslokacji może pozwolić na silne umocnienie stopu TNTZ z zachowaniem niskiego modułu Younga. Efektywną drogą uzyskania takiego efektu jest zastosowanie dużego odkształcenia plastycznego (SPD), które umożliwia przebudowę mikrometrycznej struktury materiałów, w strukturę ultra drobnoziarnistą i nanometryczną poprzez reorganizację struktury dyslokacyjnej. Silnemu rozdrobnieniu mikrostruktury i wzrostowi gęstości dyslokacji, oprócz intensywnego efektu umacniającego, towarzyszy niekiedy poprawa innych cech użytkowych.

W projekcie postawiono następującą hipotezę badawczą: zmiany mikrostrukturalne zachodzące podczas dużego odkształcenia plastycznego skutkują znaczącą poprawą nie tylko właściwości mechanicznych, ale również odporności na korozję i biogodności stopu TNTZ.

Do udowodnienia postawionej w projekcie hipotezy, zaplanowano wytworzenie próbek o zróżnicowanej strukturze od skali mikro do nano. Przesycony stop będzie poddany dużemu odkształceniu plastycznemu metodą wieloetapowego walcowania na zimno, w efekcie którego przygotowane zostaną próbki charakteryzujące się różnym stopniem odkształcenia. Opisana zostanie ich mikrostruktura, w tym wielkość ziarna, tekstura, gęstość dyslokacji i skład fazowy. Badania te, pozwolą między innymi, na określenie wielkości odkształcenia niezbędnego do uzyskania nanostruktury w stopie TNTZ. W kolejnych etapach analizowany będzie wpływ dużego odkształcenia na następujące właściwości stopu TNTZ: mechaniczne (twardość, moduł Younga, granica plastyczności i wytrzymałość na rozciąganie), odporność na korozję (w środowisku soli fizjologicznej (0,9% NaCl), w roztworze sztucznej śliny oraz w obecności jonów fluoru) i biogodność (analiza adsorpcji białek, badania komórkowe, w tym analiza adhezji, proliferacji i różnicowania osteoblastów, pomiary uwalniania jonów). Zakres planowanych badań obejmuje również charakterystykę właściwości fizyko-chemicznych powierzchni, istotnych z punktu widzenia odporności na korozję i biokompatybilności materiału. Określona zostanie budowa warstw tlenkowych (grubość i skład chemiczny/fazowy oraz topografia powierzchni) przed i po procesach obróbki plastycznej, a także kąt zwilżania i energia powierzchniowa. W celu określenia czynników determinujących niski moduł Younga wieloskładnikowych stopów beta Ti, badania eksperymentalne zostaną uzupełnione modelowaniem ab initio energii oddziaływania szeregu metali przejściowych i prostych ze składnikami stopu (Nb i Ta) w jego sieci.

Proponowany projekt ma duże znaczenie naukowe i dotyczy najbardziej aktualnych zagadnień w dziedzinie inżynierii materiałowej w obszarze nano i biomateriałów. Poprzez zastosowanie do uzyskania nanostruktury metody walcowania, realizacja projektu ma także duże znaczenie w kontekście przeniesienia korzystnych właściwości materiałowych uzyskiwanych w warunkach laboratoryjnych do skali przemysłowej. Poznanie i kompleksowa analiza wpływu dużego odkształcenia plastycznego na właściwości użytkowe stopu TNTZ, oprócz poszerzenia wiedzy z zakresu badań podstawowych, może przyczynić się do zaprojektowania optymalnego materiału na implanty kostne. Ostatecznie, planowane prace teoretyczne pozwolą zrozumieć nieznane zasady oddziaływań pierwiastków stopowych w układach wieloskładnikowych ujawniając mechanizmy odpowiedzialne za ich unikalne właściwości i umożliwiając dalszy rozwój nowej generacji biomedycznych stopów Ti.