

Dane statystyczne dotyczące długości czasu życia oraz starzenia się społeczeństwa jednoznacznie wskazują na konieczność kontynuowania prac nad materiałami do zastosowań na implanty (w tym implanty stomatologiczne) w celu poszerzenia zakresu ich stosowania i poprawy komfortu pacjentów. Właściwości użytkowe/funkcjonalne metalicznych implantów można kształtować poprzez projektowanie składu chemicznego stopów, mikrostruktury oraz zastosowanie obróbek powierzchniowych. W projekcie zaplanowano kompleksowe podejście do kształtowania właściwości biomateriałów na bazie tytanu, uwzględniające wszystkie wymienione ścieżki. Podstawowym ograniczeniem zakresu aplikacji biozgodnych materiałów, takich jak tytan o czystości technicznej oraz stop Ti-13Nb-13Zr jest ich mała wytrzymałość, niewystarczająca do zastosowań na silnie obciążane implanty. Wydajnym sposobem, pozwalającym na otrzymanie wysoko wytrzymałych ultradrobnoziarnistych lub nanokrystalicznych materiałów, jest zastosowanie dużego odkształcenia plastycznego (ang. large plastic deformation). W niniejszym projekcie zaplanowano wykorzystanie tego podejścia do wytworzenia nowej klasy materiałów na bazie tytanu, których powierzchnie będą poddane dalszym modyfikacjom w celu poprawy ich bioaktywności.

Stąd **głównym celem projektu** jest zaprojektowanie hybrydowej funkcjonalizacji powierzchni nowoczesnych biomateriałów tytanowych przeznaczonych do zastosowania w implantologii stomatologicznej. Do badań realizowanych w projekcie wybrano dwa wysoko wytrzymałe, ultradrobnoziarniste/nanokrystaliczne materiały o różnej budowie fazowej: jednofazowy czysty technicznie α Ti oraz zbliżony do β stop Ti-13Nb-13Zr, który zawiera pierwiastki dobrze tolerowane przez organizm ludzki i posiada mniejszy moduł Younga w porównaniu do innych biomateriałów metalicznych. Większa wytrzymałość materiałów wytworzonych w ramach projektu, w porównaniu do powszechnie wykorzystywanego w stomatologii mikrokryształicznego czystego technicznie tytanu, stwarza możliwość zmniejszenia rozmiarów wykonanych z nich implantów. Ogranicza to inwazyjność procedury chirurgicznej oraz pozwala na jej przeprowadzenie w przypadku pacjentów, dla których zastosowanie implantu o standardowych rozmiarach byłoby niemożliwe bądź utrudnione. Sukces implantacji jest uzależniony nie tylko od właściwości mechanicznych, ale również od morfologii, składu chemicznego oraz właściwości powierzchni biomateriału. Swoista, pożądana odpowiedź biologiczna może być uwarunkowana poprzez silne połączenie mechaniczne oraz wiązanie chemiczne pomiędzy materiałem implantu, a otaczającą go tkanką kostną. Jakość połączenia mechanicznego może być poprawiona poprzez wytworzenie odpowiedniej topografii powierzchni, natomiast silne wiązanie chemiczne może być indukowane poprzez obecność bioaktywnych substancji na powierzchni. Uwzględniając te fakty, w ramach projektu zaplanowano opracowanie i wykonanie nowej, hybrydowej obróbki funkcjonalizacji powierzchni ultradrobnoziarnistych/nanokrystalicznych biomateriałów tytanowych, złożonej z następujących etapów: (i) wykonanie powierzchniowej obróbki mechanicznej, chemicznej, laserowej bądź kombinacji wymienionych obróbek, (ii) wytworzenie bioaktywnych powłok na zmodyfikowanych powierzchniach materiałów.

Nasze ostatnie badania pokazały, że nanostruktura wpływa nie tylko na właściwości mechaniczne, ale również fizykochemiczne powierzchni, zwiększając jej reaktywność i zmieniając topografię. W projekcie analizować będziemy zatem: (i) Jak defekty wprowadzone podczas dużych odkształceń plastycznych oraz tekstura krystalograficzna wpływają na wyniki poszczególnych etapów funkcjonalizacji powierzchni? (ii) Jakie cechy powierzchni (np. topografia/skład chemiczny/zwilżalność) wpływają na przyczepność powłok bioaktywnych? W celu znalezienia odpowiedzi na postawione pytania, w pierwszym etapie prac zostanie dokonana szczegółowa charakterystyka mikrostruktury, tekstury krystalograficznej, właściwości mechanicznych oraz właściwości fizykochemicznych powierzchni czystego technicznie tytanu oraz stopu Ti-13Nb-13Zr, kształtowanych na drodze metod dużego odkształcenia plastycznego. Następnie, ultradrobnoziarniste bądź nanokrystaliczne materiały zostaną poddane wybranym kombinacjom obróbek w celu uzyskania powierzchni charakteryzujących się różnym spektrum topografii oraz zwilżalności. Kolejny etap prac będzie dotyczył przeprowadzenia procesu elektroforetycznego osadzania, w celu wytworzenia bioaktywnych powłok na zmodyfikowanych powierzchniach ultradrobnoziarnistych/nanokrystalicznych materiałów. Powłoki zostaną scharakteryzowane m.in. pod kątem ich morfologii, jakości i ciągłości połączenia z metalicznym podłożem, a także bioaktywności i stabilności w środowisku symulującym warunki panujące w organizmie człowieka. Kompleksowe podejście do zaprojektowania hybrydowej funkcjonalizacji powierzchni odkształconych plastycznie materiałów pozwoli na poszerzenie wiedzy z zakresu badań podstawowych i może przyczynić się do zrozumienia złożonych relacji pomiędzy mikrostrukturą, cechami powierzchni oraz właściwościami bioaktywnych powłok. Realizacja projektu pozwoli na uzupełnienie wiedzy niezbędnej dla wytworzenia nowej generacji implantów wykonanych z nano-biometali o zmodyfikowanych, bioaktywnych powierzchniach, przyspieszających proces narastania tkanki kostnej.