

mgr inż. Justyna Witkowska
Wydział Inżynierii Materiałowej
Politechnika Warszawska

„Modyfikacja powierzchni stopu z pamięcią kształtu NiTi w niskotemperaturowej plazmie w aspekcie zastosowań na implanty kardiologiczne”

Streszczenie

Stop NiTi o składzie chemicznym zbliżonym do równoatomowego należy do nowej grupy tzw. materiałów inteligentnych i znajduje coraz większe zastosowanie w medycynie, ze względu na swoje unikalne właściwości, tj. pamięć kształtu i nadsprężystość. Jednak jego zastosowanie na implanty długookresowego użytkowania budzi wątpliwości ze względu na dużą zawartość niklu, który może mieć działanie toksyczne, alergizujące, a nawet kancerogenne dla ludzkiego organizmu. Dlatego różne metody inżynierii powierzchni są stosowane w celu zwiększenia odporności korozyjnej stopu NiTi oraz modyfikacji jego właściwości biologicznych. Z wcześniejszych badań realizowanych w Zakładzie Inżynierii Powierzchni Wydziału Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej, ukierunkowanych na wytwarzanie implantów kostnych ze stopu NiTi wynika, że bardzo dobre rezultaty można osiągnąć stosując obróbki jarzeniowe w niskotemperaturowej plazmie, które mogą być przeprowadzone w temperaturze do 300°C, co zapewnia zachowanie właściwości stopu NiTi, gdyż powyżej tej temperatury pojawiają się wydzielania faz międzymetalicznych z układu Ni-Ti, co wpływa niekorzystnie na jego unikatowe właściwości. Zastosowanie stopu NiTi na implanty kardiologiczne wymaga dodatkowych prac w celu zapewnienia dobrej hemokompatybilności powierzchni, tj. m.in. ograniczenia wykrzepiania krwi na powierzchni biomateriału oraz zapewnienia jej prawidłowej endotelializacji, tj. wzrostu śródbłonek naczyń, co można kształtować poprzez zastosowanie powłok węglowych.

Stąd też celem pracy było wytworzenie i zbadanie właściwości warstw kompozytowych złożonych z amorficznego uwodornionego węgla domieszkowanego azotem oraz tlenku tytanu - rutyłu ($a\text{-C:N:H}+\text{TiO}_2$) na stopie NiTi – w porównaniu do warstw tlenku tytanu – rutyłu (TiO_2) – oraz stopu NiTi w stanie wyjściowym i wykazanie, że mogą one stworzyć podstawę nowego rozwiązania materiałowego dla zastosowania stopów z pamięcią kształtu NiTi na długoterminowe implanty kardiologiczne. Warstwy tlenkowe (TiO_2) zostały wytworzone opracowaną w Zespole Obróbek Jarzeniowych metodą utleniania w niskotemperaturowej plazmie, a powłoki uwodornionego amorficznego węgla domieszkowanego azotem ($a\text{-C:N:H}$)

– metodą chemicznego osadzania z fazy gazowej wspomaganego plazmą przy wykorzystaniu prądu elektrycznego o częstotliwości radiowej RFCVD (ang. Radio-frequency chemical vapour deposition). Zakres pracy obejmował wybór sposobu utleniania stopu NiTi, a następnie wytworzenie na powierzchni powłoki węglowej typu a-C:N:H i ich badania w zakresie mikrostruktury, składu chemicznego, odporności korozyjnej, topografii powierzchni, zwilżalności i swobodnej energii powierzchniowej, a także właściwości biologicznych w aspekcie kontaktu z krwią.

Uzyskane wyniki badań wskazują, że wytworzenie warstw powierzchniowych typu TiO₂ (rutyl) oraz a-C:N:H+TiO₂ na stopie z pamięcią kształtu NiTi poprawia jego właściwości użytkowe, w tym biologiczne, w aspekcie zastosowań w medycynie, a w szczególności zwiększa odporność korozyjną, ogranicza uwalnianie jonów niklu do środowiska biologicznego, ogranicza adhezję i agregację płytek krwi na powierzchni oraz zapewnia jej prawidłową endotelializację.

Promotor:



Prof. dr hab. inż. Tadeusz Wierzchoń

Doktorant:



mgr inż. Justyna Witkowska