

Cel główny projektu:

Zwiększenie odporności bio- korozyjnej (w korozyjnych, biologicznych płynach ustrojowych) i właściwości bio- tribologicznych (odporności na zużycie w biologicznych płynach ustrojowych) z jednoczesną poprawą właściwości estetycznych powierzchni metalicznych, poprzez zastosowanie zaawansowanych powłok wielowarstwowych Zr/ZrN i Zr/ZrN+DLC. Cele szczegółowe związane są z realizacją indywidualnych zadań badawczych (Mile Stones).

Badania jakie będą realizowane w projekcie

Proces osadzania powłok przeprowadzony zostanie przy współpracy z partnerem zagranicznym z Austrii- JOANNEUM RESEARCH- Materials (jest to akceptowana opcja realizacji projektów typu OPUS). Powłoki wytwarzane będą techniką magnetronową. Wnioskodawca projektu będzie brał udział w tym procesie.

Wieloskalowa charakterystyka powłok przeprowadzona zostanie w Instytucie Metalurgii i Inżynierii Materiałowej Polskiej Akademii Nauk (Instytucja wnioskodawcy projektu). Wszystkie laboratoria Instytutu gdzie projekt będzie realizowany certyfikowane są przez Polskie Centrum Akredytacji (PCA). Charakterystyka polegać będzie na:

1). Kompleksowych, unikatowych, mikro- oraz nano- mechanicznych testach in- situ w komorze skaningowego mikroskopu elektronowego. Testy obejmować będą pomiary nano- twardości wgłębniakiem Berkovicha, pomiary jakości przylegania powłoki do podłoża (próby zarysowania) oraz na analizie zużycia mechanicznego. Oprócz tych nowatorskich testów in- situ, przeprowadzone zostaną standardowe testy mikro- mechaniczne. Polegać one będą na pomiarze mikro- twardości, pomiarze siły przylegania powłoki do podłoża (test zarysowania- scratch test), analizach zużycia metodą kula- tarcza w biologicznych płynach ustrojowych oraz na próbach zmęczeniowych z wykorzystaniem nowoczesnej, elektrodynamicznej maszyny wytrzymałościowej wyposażonej w unikatową bio- komorę.

2). Analizach bio- korozyjnych i bio- kompatybilności. Właściwości antykorozyjne proponowanych bio- powłok przeprowadzone zostaną poprzez analizy odporności korozyjnej przy użyciu metody voltamperometrii liniowej (Linear Sweep Voltammetry – LSV) w roztworze Ringera o $\text{pH}=7.20(\pm 0.02)$, symulującego płyny ustrojowe organizmu ludzkiego. Cytotoksyczne oddziaływanie proponowanych powłok na procesy życiowe komórek przeprowadzone zostaną za pomocą modelowych komórek, fibroblastów. Będzie to badanie wstępne. Badania hemozgodności przeprowadzone zostaną zgodnie z normą ISO 10993-4, badań dynamicznych na krwi. Materiały analizowane będą pod kątem tworzenia skrzepin i charakteru odpowiedzi immunologicznej. Interakcja komórka- materiał w pierwszym etapie badań zostanie przeprowadzona na modelu tkanki mięśniowej unerwanej przez układ nerwowy autonomiczny, czyli komercyjnie dostępnych komórkach mięśni gładkich. Wyselekcjonowane na tej podstawie materiały analizowane będą w późniejszym etapie pod kątem wpływu na różnicowanie progenitorowych komórek sercowych. Stopień różnicowania oraz analiza in situ wytwarzania efektu kurczenia przeprowadzone zostaną za pomocą zaawansowanej techniki mikroskopii konfokalnej (CLSM) przy zastosowaniu systemu inkubacji współpracującego z CLSM. Analiza bio- kompatybilności przeprowadzona zostanie przez wnioskodawcę projektu, który pracuje jako ekspert w zakresie tych technik w Instytucie Metalurgii i Inżynierii Materiałowej.

3). Analizie mikrostruktury / nanostruktury powłok przed i po testach biologicznych oraz tribologicznych. Charakterystyka mikrostruktury przeprowadzona zostanie za pomocą techniki wysokorozdzielczej, transmisyjnej mikroskopii elektronowej (HRTEM). Badania przeprowadzone zostaną na mikroskopie Tecnai G2 F20 (200kV) FEG (firmy FEI). Cienkie folie do TEM/HRTEM przygotowane zostaną z precyzyjnie określonego obszaru (np: defekty lub zniszczenia), przy użyciu techniki skupionej wiązki jonów galu (tzw. FIB- Focused Ion Beam). Do tego celu wykorzystane zostanie urządzenie Quanta 200 3D DualBeam (firmy FEI).

Powody podjęcia danej tematyki badawczej

Znacząca poprawa odporności na zużycie materiałów biomedycznych, może być osiągnięta poprzez intensywne badania określonych parametrów materiałów, które determinują proces zużycia in vivo. Minimalizacja zużycia materiałów biomedycznych może być osiągnięta jedynie poprzez efektywną współpracę, głównie na etapie badań podstawowych, między specjalistami z zakresu nowoczesnych materiałów, bio- tribologami, biologami, a także chemikami, a w szczególności specjalistami od procesów korozyjnych. Rozwój nowoczesnych materiałów, w szczególności dla medycyny, głównie na etapie badań podstawowych, jest bardzo istotny, ponieważ wpływa na poprawę komfortu życia chorego człowieka.