

Samoloty oraz pojazdy kosmiczne zawierają wiele różnych ruchomych elementów, które pracują w szerokim zakresie obciążeń i prędkości ruchu, a także często w ekstremalnych warunkach środowiska jak wysokie i niskie temperatury (-100 do 900°C), duża wilgotność powietrza czy obniżone ciśnienie. Te trudne warunki eksploatacyjne idą w parze z wydłużonym czasem bezobsługowym tych urządzeń, który może wynosić nawet 30-50 lat. W celu zapewnienia bezawaryjnej pracy urządzeń, pracujących w tych trudnych warunkach eksploatacji, jedną z metod jest osadzanie technikami PVD (Physical Vapour Deposition) na ich częściach składowych, powłok przeciwzużyciowych. Wśród nich, szczególną uwagę w laboratoriach badawczych poświęca się wielowarstwowym powłokom gradientowym, należącym do tzw. grupy materiałów FGM (Functionally Graded Materials). Te powłoki stwarzają stosunkowo największy potencjał możliwości kształtowania ich właściwości mechanicznych, optymalnych ze względu na dane warunki eksploatacji. Było to główną inspiracją do zaplanowania pakietu zadań badawczych, których realizacja powinna przyczynić się do poszerzenia wiedzy odnośnie podstawowych mechanizmów kształtujących właściwości mechaniczne funkcjonalnych powłok gradientowych, osadzanych technikami PVD na podłożach ze stopów tytanu. Zdobycie tej wiedzy jest warunkiem koniecznym efektywnego kształtowania tych właściwości.

Głównym narzędziem badawczym będzie modelowanie tribologiczne (modelowanie dotyczące odporności na zużycie), którego rezultatem będzie opracowanie procedury wspomagającej projektowanie przeciwzużyciowych powłok gradientowych, obejmujące dobór przestrzennej zmiany składu i/lub odpowiedniego gradientu zmian struktury, dobór grubości warstwy adhezyjnej pomiędzy podłożem, a właściwą powłoką oraz określenie optymalnej grubości warstwy wierzchniej. Ponadto, wyniki badań będą stanowiły podstawę do opracowania wytycznych dla projektowania powłok dla konkretnych zastosowań.

Ważnym zadaniem badawczym będzie opracowanie postaci matematycznych funkcji, opisujących przestrzenną zmianę parametrów materiałowych FGM takich jak: moduł Younga, granica sprężystości, współczynnik Poissona czy współczynnik rozszerzalności termicznej. Następnie, funkcje te zostaną zaimplementowane do modeli komputerowych FEM umożliwiających określenie stanu naprężeń w wybranym układzie: *podłoże ze stopu tytanu/powłoka Cr/ZrC/DLC*.

Niezależnie, opracowany zostanie model komputerowy w oparciu o koncepcje MD (Dynamika Molekularna), umożliwiający badanie wpływu stężenia węgla w warstwie gradientowej ZrC wybranej powłoki na właściwości mechaniczne takie jak np. moduł Younga, współczynnik Poissona czy moduł Kirchhoffa. Opracowane modele FEM i MD zostaną wykorzystane w procedurze optymalizacyjnej, w której kryteria decyzyjne będą powiązane z właściwościami użytkowymi powłok takie jak odporność na pękanie, adhezja powłok, zużycie. Pakiet tych działań zakończy się analizą i badaniem związków pomiędzy strukturą układu podłoże/powłoka FGM (warstwa adhezyjna, gradientowa warstwa przejściowa, rodzaj i grubość warstwy wierzchniej, a jego właściwościami przeciwzużyciowymi. Realizacja projektu, oprócz dużej wartości poznawczej, ma istotne znaczenie praktyczne w aspekcie opracowania wytycznych do projektowania wielowarstwowym, gradientowych powłok przeciwzużyciowych osadzanych techniką PVD. Osadzanie powłok tą techniką stwarza możliwości projektowania nowych koncepcji zaawansowanych wielofunkcyjnych materiałów o ściśle zdefiniowanych właściwościach.