

Dynamiczny rozwój techniki lotniczej stymuluje ciągły rozwój prac naukowo-badawczych skierowanych na podwyższenie osiągnięć oraz zwiększenie sprawności i niezawodności silników lotniczych. Wprowadzenie nowoczesnych żarowytrzymałych nadstopów niklu na elementy części gorącej silników (łopatki kierujące i wirujące I- i II-go stopnia turbiny) umożliwi podwyższenie temperatury spalania i temperatury gazów na wlocie do turbiny. Umożliwi więc poprawę osiągnięć i sprawności silników. Dodatkowo na elementach gorącej części silników wytwarza się warstwy ochronne lub powłokowe bariery cieplne. Najczęściej stosowane są warstwy aluminidkowe. Znaczny wzrost żaroodporności dyfuzyjnych warstw aluminidkowych uzyskuje się przez ich modyfikację. Warstwy aluminidkowe modyfikowane platyną cechują się największą odpornością na korozję wysokotemperaturową spośród warstw ochronnych stosowanych w przemysłowych turbinach gazowych. Jednocześnie charakteryzują się dużymi kosztami wytwarzania. Ponadto obecność wydzielenia fazy międzymetalicznej $PtAl_2$ w warstwie obniża jej plastyczność. Dlatego w praktyce stosowanie warstw aluminidkowych modyfikowanych platyną jest ograniczone. W literaturze światowej znajdują się nieliczne publikacje wskazujące na możliwość zastąpienia platyny w warstwie aluminidkowej rodem, cyrkonem i hafnem. Stwierdzono, że niewielki dodatek rodu, hafnu lub cyrkonu do warstwy aluminidkowej powoduje ok. dwukrotny wzrost jej żaroodporności. Brak jest jednak danych dotyczących określenia stopnia synergii oddziaływania jednoczesnego dwóch pierwiastków tej grupy na procesy wydzielania i kinetykę wzrostu warstw.

Celem naukowym jest określenie stopnia synergii oddziaływania jednoczesnego dwóch pierwiastków Rh i Zr oraz Rh i Hf na proces wydzielania faz aluminidkowych i kinetykę wzrostu warstwy aluminidkowej na podłożu niklu i wieloskładnikowych nadstopów niklu. Analiza danych literaturowych i wyników badań własnych była podstawą do przyjęcia hipotezy że wprowadzenie dwóch pierwiastków modyfikujących warstwę aluminidkową (Rh + Zr) lub (Rh + Hf) zwiększy stabilność tych warstw w warunkach zmęczenia cieplnego.

Nowatorski charakter projektu polega na:

1. Wykonaniu weryfikacyjnych badań doświadczalnych oraz analizy jednoczesnego oddziaływania dwóch pierwiastków modyfikujących (Rh i Hf) oraz (Rh i Zr) na mechanizm i kinetykę procesu wzrostu oraz właściwości żaroodporne wytworzonych warstw aluminidkowych na podłożu niklu oraz wieloskładnikowych nadstopów niklu.
2. Opracowania charakterystyki rodzaju i gęstości defektów struktury krystalicznej zarówno podłoża jak i wytworzonych warstw aluminidkowych metodą spektroskopii czasu życia pozytonów. Określenie gęstości defektów punktowych w warstwie aluminidkowej umożliwi ocenę stopnia synergii oddziaływania rodu i hafnu oraz rodu i cyrkonu w warstwie aluminidkowej.

W proponowanym projekcie planuje się:

- wytworzenie powłoki rodu metodą elektrochemiczną na podłożu niklu oraz wieloskładnikowych nadstopów niklu,
- wytworzenie warstwy aluminidkowej modyfikowanej hafnem lub cyrkonem metodą chemicznego osadzania z fazy gazowej (CVD) na podłożu czystego niklu oraz wieloskładnikowych nadstopów niklu z uprzednio naniesioną powłoką rodu,
- wykonanie kompleksowej analizy składu chemicznego i fazowego oraz oceny morfologii składników fazowych mikrostruktury modyfikowanych warstw aluminidkowych,
- badania rodzaju i gęstości defektów struktury krystalicznej podłoża i wytworzonych warstw metodą spektroskopii czasu życia pozytonów,
- ocena odporności na zmęczenie cieplne warstw aluminidkowych wytworzonych na podłożu niklu oraz nadstopach niklu w środowisku gazów utleniających.

Efektom realizacji projektu będą publikacje w czasopiśmie o wysokim współczynniku oddziaływania, podobnie jak wyniki wcześniejszych badań prowadzonych przez kierownika projektu. Wyniki badań stanowiąc będą również podstawę pracy habilitacyjnej. Uzyskane wyniki przyczynią się do rozwoju wiedzy z zakresu inżynierii powierzchni, także będą miały istotne znaczenie dla gospodarki poprzez zwiększenie trwałości eksploatacyjnej elementów wykonanych z wieloskładnikowych nadstopów niklu w warunkach zmęczenia cieplnego.