

Celem projektu jest określenie mechanizmu powstawania i kinetyki wzrostu warstw aluminiowych modyfikowanych palladem i cyrkonem lub palladem i hafnem wytworzonych na podłożu niklu i nadstopów niklu. Na podstawie analizy danych literaturowych i wyników badań własnych postawiono hipotezę iż jednoczesne zastosowanie dwóch modyfikatorów (Pd+Zr lub Pd+Hf) zmniejszających prędkość wzrostu tlenku aluminium i poprawiających jego przyczepność do warstwy aluminiowej zwiększy stabilność tych warstw w warunkach zmęczenia cieplnego.

Warstwy aluminiowe modyfikowane Pd i Hf lub Pd i Zr wytworzone będą na podłożu czystego niklu i nadstopów niklu warstwy aluminiowe modyfikowane Pd i Hf lub Pd i Zr. Powłoka palladu będzie naniesiona na podłoże metodą elektrochemiczną. Hafn lub cyrkon będą osadzone równocześnie z aluminium metodą chemicznego osadzania z fazy gazowej (CVD). Określone będzie oddziaływanie sumaryczne tych dwóch modyfikatorów o różnych właściwościach fizycznych i chemicznych, wprowadzanych różnymi metodami do warstwy. Analiza składu chemicznego i fazowego wytworzonych warstw będzie przeprowadzona metodami mikroskopii świetlnej i elektronowej (SEM i TEM). Zastosowana będzie po raz pierwszy w charakterystyce warstw aluminiowych spektroskopia efektu Mössbauera oraz spektroskopia czasów życia pozytonów. Analiza struktury defektów w warstwach aluminiowych umożliwi ocenę wpływu modyfikatorów na zdefektowanie warstwy oraz kinetykę dyfuzji – kinetykę wzrostu tych warstw. Badanie odporności na utlenianie modyfikowanej warstwy aluminiowej będzie prowadzone w temperaturze 1100 °C w atmosferze powietrza.

Warstwy ochronne nanoszone są na podłoże nadstopów niklu dla zwiększenia ich żaroodporności. Warstwy te uzyskiwane są w procesie dyfuzyjnego aluminowania. Wytwarzanie i właściwości warstw aluminiowych są przedmiotem intensywnych badań, ze względu na ich zastosowanie na części gorące silnika lotniczego. Niedostateczna odporność warstw aluminiowych na utlenianie ogranicza ich zastosowanie w temperaturze 1000-1100°C. Obecnie w literaturze pojawiają się dane dotyczące stosowania dwóch modyfikatorów równocześnie i trwają prace nad stosowaniem więcej niż jednego modyfikatora. Analiza dotychczasowych wyników badań (w tym również autorów niniejszego wniosku) wskazuje, że wprowadzenie platyny, palladu i rodu a także małe stężenie pierwiastków reaktywnych (hafnu lub cyrkonu) w warstwie aluminiowej poprawiają odporność na utlenianie nadstopów niklu. Pierwiastki te są wprowadzane do nadstopu niklu jako dodatki stopowe (Zr, Hf) lub poprzez ich nanoszenie w procesie elektrochemicznym na powierzchnię podłoża (Pt, Pd). Ponadto stwierdzono, że cyrkon zmniejsza tendencje warstwy tlenku do odpryskiwania, hamuje tworzenie się pęknięć na granicy międzyfazowej warstwa aluminiowa/tlenek. Analiza danych literaturowych oraz wyników badań prowadzonych w Katedrze Materiałoznawstwa oraz Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego Politechniki Rzeszowskiej wykazała, że zastosowanie dwóch modyfikatorów (Pt+Zr, Y+Hf, La+Hf, Pt+Pd) zapewnia lepszą żaroodporność warstwy aluminiowej w porównaniu do zastosowania tylko jednego modyfikatora. Mechanizm oddziaływania poszczególnych modyfikatorów na proces tworzenia się warstwy aluminiowej i jej właściwości są znane. Brak jednak danych dotyczących równoczesnego oddziaływania dwóch modyfikatorów n.p. Pd+Hf lub Pd+Zr także ich roli w kinetyce tworzenia się warstw aluminiowych oraz ich oddziaływania na właściwości użytkowe – szczególnie odporność na utlenianie.

Analiza wyników badań doświadczalnych proponowanych w niniejszym projekcie dostarczy informacji na temat mechanizmu wzrostu powłok aluminiowych modyfikowanych Pd+Zr i Pd+Hf. Dotychczas nie było analizowane stosowanie tych par modyfikatorów. Wyniki prowadzonych badań będą upowszechniane w formie publikacji krajowych i zagranicznych oraz przedstawiane na specjalistycznych konferencjach krajowych i międzynarodowych. Ze względu na pionierskie badania proponowanych par modyfikatorów w warstwie, przewiduje się, że wyniki badań, analogicznie jak wyniki uzyskane w trakcie realizacji poprzedniego projektu, będą przedmiotem publikacji w czasopiśmie o wysokim współczynniku oddziaływania. Rezultaty prowadzonych badań będą stanowić wskazówkę dla producentów warstw aluminiowych oraz dla Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego dla potrzeb Stowarzyszenia Grupy Przedsiębiorców Przemysłu Lotniczego „Dolina Lotnicza” w opracowaniu podstaw technologicznych prowadzenia procesu modyfikacji warstw aluminiowych na nadstopach niklu.