

**POLITECHNIKA ŚLĄSKA**

**WYDZIAŁ INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ I METALURGII**

**STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

**Wpływ procesów technologicznych aluminiowania na mikrostrukturę oraz wybrane właściwości powłok dyfuzyjnych otrzymywanych na łopatkach turbiny wytwarzanych z krystalizowanych kierunkowo stopów niklu**

**mgr inż. Łukasz Komendera**

**Promotor:**

**Prof. dr hab. inż. Lucjan Swadźba**

**Katowice, 2016**

Wymagania stawiane nowoczesnym silnikom lotniczym takim jak np. GEnX-2B to wysoka wydajność oraz niskie koszty użytkowania. Na koszty operacyjne użytkowania składają się: jednostkowe zużycie paliwa (SFC - Specific Fuel Consumption), długi okres między przeglądowy (TBO - Time Between Overhaul) oraz niskie koszty naprawy. Jedną z najbardziej krytycznych części silnika jest turbina. Firmy zajmujące się projektowaniem oraz wytwarzaniem napędów lotniczych od lat starają się podnieść ich wydajność zwiększając temperaturę spalania mieszanki paliwa i powietrza. Gazy powstałe w wyniku tej reakcji w nowoczesnych silnikach lotniczych wchodząc do sekcji turbiny mają temperaturę 1575°C lub nawet wyższą. Wymagania stawiane elementom turbin silników lotniczych i stacjonarnym turbinom gazowym wymuszają na działach konstrukcyjnych konieczność poszukiwania nowych rozwiązań, stosowania nowoczesnych materiałów odpornych na działanie wysokiej temperatury, a jednocześnie odpornych na korozyjne działanie środowiska w jakim przychodzi im pracować.

Analizując dane zawarte w publikacjach oraz informacje jednostek badawczych które związane są z rozwojem technologii wytwarzania powłok aluminidkowych można stwierdzić, że istnieje konieczność poznania możliwości kształtowania struktury tych powłok na nowych materiałach jakimi są kierunkowo krystalizowane nadstopy niklu Rene 108DS.

Celem pracy było uzyskanie i scharakteryzowanie mikrostruktury dyfuzyjnych powłok aluminidkowych na krystalizowanych kierunkowo stopie niklu Rene 108DS. Scharakteryzowano strukturę, grubość, skład chemiczny i fazowy powłok aluminidkowych. Porównano odporność na cykliczne oraz izotermiczne utlenianie powłok aluminidkowych uzyskanych na krystalizowanym kierunkowo stopie na osnowie niklu Rene 108DS. Określono wpływ dyfuzyjnych warstw aluminidkowych na właściwości mechaniczne stopów.

Na podstawie analizy danych literatury źródłowej opisujących metody wytwarzania dyfuzyjnych warstw aluminidkowych oraz wstępnych wyników badań własnych sformułowano tezę pracy:

*Możliwe jest kształtowanie struktury i właściwości powłok aluminidkowych wytworzonych na krystalizowanym kierunkowo stopie niklu Rene 108DS poprzez zmianę: ilości części aktywnej i składu chemicznego materiału powłokotwórczego oraz metody wytwarzania.*

Stopy na osnowie niklu charakteryzują się bardzo dobrymi właściwościami mechanicznymi w szerokim zakresie temperatur, również powyżej 1000°C. Pomimo doskonalenia składu chemicznego stopów posiadają niewystarczającą odporność

na utlenianie w agresywnych środowiskach w jakich pracują silniki lotnicze. Wykonane badania w ramach rozprawy doktorskiej miały na celu określenie możliwości technologicznych kształtowania struktury powłok ochronnych, składu chemicznego i fazowego

Analizie poddano odporność na izotermiczne i cykliczne utlenianie oraz na wytrzymałość na rozciąganie w podwyższonej temperaturze materiału krystalizowanego kierunkowo Rene 108DS.

Żaroodporne warstwy dyfuzyjne skutkujące poprawą odporności na izotermiczne i cykliczne utlenianie zostały wytworzone metodą kontaktowo gazową (CODEP) oraz bezkontaktową (out of pack).

Grupa procesów technologicznych wykonywana była na przemysłowej instalacji do nanoszenia powłok metodą kontaktowo gazową w firmie AVIO Polska.

Opracowano podstawy technologii wytwarzania powłok aluminidkowych na stopach krystalizowanych kierunkowo oraz porównano ze stosowaną technologią. W testach cyklicznego oraz izotermicznego utleniania w atmosferze powietrza wykazano przewagę powłok otrzymanych wg technologii opracowanej w ramach rozprawy doktorskiej w porównaniu ze stosowaną obecnie technologią przemysłową w Avio. Wykazano szczególnie korzystny wpływ hafnu na odporność na cykliczne utlenianie. Wyniki te mogą stanowić informację o kierunkach rozwoju stopów zawierających hafn oraz obszarze ich stosowania. Powłoki wytworzone metodą bezkontaktowo gazową na stopie Rene 108DS wykazywały ponad dwukrotnie wyższą odporność w 23 godzinnych cyklach utleniania w temperaturze 1100°C w stosunku do obecnie wytwarzanych w skali przemysłowej.

Efektem rozprawy doktorskiej jest rozszerzenie parametrów technologicznych kształtowania struktury powłok żaroodpornych na bazie metody CODEP, poprzez zmianę składu chemicznego nośnika aluminium. Wyniki te rozszerzają możliwości tej standardowej technologii bez zmiany temperatury, i innych parametrów charakterystycznych dla tej metody. Wdrożenie tych zmienionych warunków dla produkcji seryjnej w ramach projektu nie będzie wymagało zmiany oprzyrządowania.