

Żaroodporny stop niklu

Przedmiotem wynalazku jest żaroodporny stop niklu znajdujący zastosowanie w ochronie powierzchni stykowych łopatek roboczych samolotowych silników turbinowych oraz pracujących w warunkach kontaktowego oddziaływania w środowisku produktów spalania paliwa lotniczego przy utlenianiu wysokotemperaturowym w zakresie temperatur roboczych od 20 do 1100°C.

Trwałość lotniczych silników turbinowych w dużej mierze zależy od odporności łopatek turbiny. Podczas eksploatacji powierzchnie kontaktowe łopatek turbiny poddawane są tarcia, współuderzeniom, wibracjom i utlenianiu wysokotemperaturowemu, w wyniku czego ich powierzchnie stykowe ulegają zużyciu. W celu wzmocnienia i ochrony przed zniszczeniem czopu półek bandażowych łopatek turbin wykorzystywane są stopy odporne na zużycie o wysokiej odporności na utlenianie w temperaturach roboczych silnika turbogazowego. Wymagania do charakterystyk eksploatacyjnych łopatek turbin gazowych stale rosną. Stopy powinny charakteryzować się wysoką temperaturą topnienia – wyższą niż 1300°C, wysokimi wskaźnikami odporności na zużycie i żaroodporności w temperaturach do 1100°C.

Znany jest z opisu patentowego nr RU2112069 C1 odlewniczy stop żaroodporny na bazie niklu zawierający wagowo węgiel w ilości od 0,06 do 0,12%, chrom w ilości od 15,0 do 16,7%, kobalt w ilości od 10,0 do 11,5%, molibden w ilości od 2,55 do 3,20%, wolfram w ilości od 4,5 do 6,0%, aluminium w ilości od 2,4 do 3,2%, tytan

w ilości od 4,2 do 5,0%, itr w ilości 0,05%, w ilości bor 0,02%,
cyrkon w ilości 0,05%, niob w ilości od 4,2 do 5,0%, siarkę w ilości
0,008%, fosfor w ilości 0,008%, mangan w ilości 0,30%, krzem
w ilości 0,30%, żelazo w ilości 0,50%, miedź w ilości 0,07%, azot
5 w ilości 0,01%, bizmut w ilości 0,00005%, ołów w ilości 0,001%,
antymon w ilości 0,0005%, arsen w ilości 0,0005%, nikiel w ilości od
47,96 do 55,77%. Stop przeznaczony jest do nanoszenia na
powierzchnie kontaktujące półek bandażowych łopatek roboczych
silnika turbogazowego w celu ochrony przed zużyciem. Stop ten
10 charakteryzuje się niską twardością, którą uzyskuje się poprzez
obróbkę cieplną i niską temperaturą topnienia, w wyniku czego
temperatura pracy stopu ograniczona jest do 900°C.

Znany jest ze standardu OST 1-90126-85 odlewniczy stop niklu
VZhL-2, który zawiera składniki, wagowo w ilości: chrom 12 – 15%,
15 wolfram 8 – 10%, molibden 12 – 15%, tytan 2,0 – 3,2%, krzem 1,0 –
2,0%, aluminium 1,5 – 3,0%, żelazo 2,0 – 3,5%, węgiel 0,11 – 0,17%,
bor $\leq 0,065\%$, siarkę $\leq 0,02\%$, fosfor $\leq 0,02\%$, nikiel 48,02 – 61,28%.
Stop ten ma niską temperaturę topnienia nieprzekraczającą 1270°C
i nie pozwala na wykorzystanie wysokotemperaturowej technologii
20 lutowania przy nanoszeniu stopu na krawędzie półek bandażowych
łopatek turbiny.

Z opisu patentowego nr UA102213 znany jest stop odlewniczy
na bazie niklu zawierający składniki, wagowo w ilości: chrom 8 –
12%, wolfram 3 – 6%, molibden 4 – 6%, tytan 1 – 4%, aluminium 3 –
25 5%, węgiel 0,9 – 2%, bor 0,01 - 0,02%, kobalt 12 – 15%, wanad 5 –
10% i nikiel – 39,98 - 63,09%.

Celem wynalazku jest opracowanie żaroodpornego stopu niklu o temperaturze topnienia nie niższej niż 1320°C i wysokiej żaroodporności.

Istotą żaroodpornego stopu niklu zawierającego chrom, wolfram, aluminium, kobalt, tytan, węgiel i nikiel, według wynalazku, jest to, że zawiera dodatkowo niob i ren, przy czym wagowa zawartość chromu wynosi od 18% do 22%, wolframu od 5% do 9,5%, aluminium od 2% do 4%, kobaltu do 5%, tytanu od 7% do 10%, węgla od 2,2% do 3%, niobu od 8,5% do 16%, renu od 3% do 4,5% i niklu od 26% do 54,3%.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że otrzymany żaroodporny stop niklu poprzez zwiększoną zawartość chromu, aluminium i wolframu charakteryzuje się wysoką żaroodpornością i wytrzymałością. Poprzez zwiększoną zawartość tytanu i węgla zapewniono stopowi strukturę eutektyczną i właściwości kompozytu naturalnego.

Przykład 1

Żaroodporny stop niklu zawiera wagowo chrom w ilości 18%, wolfram w ilości 5%, aluminium 4%, niob w ilości 8,5%, tytan w ilości 10%, ren w ilości 3%, węgiel w ilości 3%, kobalt w ilości 0,5% i nikiel w ilości 48%.

Stop otrzymano poprzez stapianie w piecu elektrooporowym w środowisku argonu na miedzianym podłożu chłodzonym wodą. Temperaturę topnienia stopu wyznaczono metodą różnicowej kalorymetrii skaningowej - RKS z wykorzystaniem kalorymetru „Netzch DSC 404 F1 Pegasus”.

Powstały stop charakteryzuje się minimalnym wymaganym poziomem fazy węglkowej i pierwiastków rozpuszczalnych w ciałach stałych do osiągnięcia pożądanej temperatury topnienia - 1330°C i odporności cieplnej. Węgiel jest w pełni związany z węglnikami niobu i tytanu, tworząc wysokotemperaturową eutektykę z domieszką kobaltu. Niska koncentracja pierwiastków stopowych sprawia, że proces produkcji jest uproszczony, a jego koszty są niższe.

Przykład 2

10 Żaroodporny stop niklu zawiera wagowo kobalt w ilości 5%, chrom w 22%, wolfram w ilości 9,5%, aluminium 2%, niob w ilości 16%, tytan w ilości 7%, ren w ilości 4,5%, węgiel w ilości 2,2% i nikiel w ilości 31,8 %.

15 Stop otrzymano poprzez stapianie w piecu elektrooporowym w środowisku argonu na miedzianym podłożu chłodzonym wodą. Temperaturę topnienia stopu wyznaczono metodą różnicowej kalorymetrii skaningowej - RKS z wykorzystaniem kalorymetru „Netzch DSC 404 F1 Pegasus”.

20 Powstały stop zawiera większą ilość węglików i pierwiastków w celu zwiększenia odporności na ciepło. W efekcie uzyskujemy wyższą temperaturę topnienia - 1335°C.

Żaroodporny stop niklu może być wykorzystywany w stanie odlanym jako elektrody do napawania łukowego oraz jako materiał do płyt lutowniczych na powierzchni ciernej.

25