



URZĄD
PATENTOWY
RP

Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 87 06 24 (P. 266458)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 89 01 05

Opis patentowy opublikowano: 1992 01 31

Int. Cl.⁵ C23C 10/00
C23F 17/00

GZYTELNI
A GÓLNA

Twórcy wynalazku: Lucjan Swadźba, Adolf Maciejny, Bolesław Formanek,
Maciej Ruda, Waclaw Supernak

Uprawniony z patentu: Politechnika Śląska im. Wincentego Pstrowskiego,
Gliwice (Polska)

**Sposób regeneracji warstwy wierzchniej elementów
wykonanych z żarowytrzymałych stopów niklu
pokrytych dyfuzyjną warstwą na bazie związków aluminium**

Przedmiotem wynalazku jest sposób regeneracji warstwy wierzchniej elementów wykonanych z żarowytrzymałych stopów niklu pokrytych dyfuzyjną warstwą na bazie związków aluminium po eksploatacji lub nowych z uszkodzeniami mechanicznymi.

Podwyższenie trwałości elementów wykonanych z żarowytrzymałych stopów na bazie niklu, zwłaszcza łopatek silników lotniczych osiąga się przez ich pokrywanie warstwami żaroodpornymi. Znanych jest wiele metod otrzymywania tego typu warstw, z których największe zastosowanie znalazły metody: kontaktowo-gazowa, natryskiwania zawiesiny z następnym wygrzewaniem dyfuzyjnym, próżniowa i inne. W wyniku ich stosowania na powierzchni elementów powstają fazy międzykrystaliczne: NiAl, Ni₂Al₃ lub Ni₃Al o wysokiej odporności na korozję gazową.

W toku eksploatacji elementów z warstwami typu Al lub Al z innymi pierwiastkami np. Si, Cr, Ti w utleniającym środowisku gazowym zawierającym związki siarki w temperaturze od 600 do 1100°C następuje ich degradacja wywołująca lokalne chemiczne zniszczenie warstwy dyfuzyjnej. Pod warstwą zgorzeliny występuje strefa zubożona w aluminium, która w decydujący sposób wpływa na trwałość warstwy wierzchniej. Dalsza eksploatacja prowadzi do zaatakowania materiału podłoża, co z kolei powoduje wystąpienie korozji katastrofalnej bardzo niebezpiecznej dla odpowiedzialnych elementów wykonanych ze stopów niklu.

Lokalny charakter korozji prowadzi do sytuacji, w której obok całkowicie zniszczonej warstwy dyfuzyjnej występują fragmenty, w których warstwa jest nienaruszona. Taki mechanizm niszczenia powoduje znacznie skrócenie czasu eksploatacji elementów pokrytych warstwami aluminiowymi.

Znany jest sposób mechanicznego oczyszczania powierzchni strumieniowo-ściernej polegający na tym, że w strumieniu gazu, cieczy lub gazu i cieczy o dużej prędkości unoszone są ziarna ściernie. Najbardziej znane jest piaskowanie stosowane w celu oczyszczenia powierzchni przedmio-

tów po obróbce cieplnej. Jako materiał ścierny stosuje się ziarna korundu, elektrokorundu lub rozdrobniony śrut metalowy.

Fizykochemiczna metoda oczyszczania powierzchni polega głównie na odtłuszczeniu, trawieniu i płukaniu.

Trawienie jako jedna z metod oczyszczania zgodnie z ogólnie przyjętymi zasadami oczyszczania powierzchni ma na celu usunięcie produktów korozji i zgorzelin. Trawienie przeprowadza się w roztworze kwasów, których skład chemiczny zależy od typu zgorzeli. Jako przykład można przytoczyć trawienie zgorzelin Fe_2O_3 , Fe_3O_4 oraz FeO , które usuwane są przez oddziaływanie kwasów solnego lub siarkowego. Dla niklu i jego stopów stosuje się mieszaniny kwasów siarkowego, azotowego, solnego. Bardziej odporne na działanie kwasów produkty usunąć można w temperaturze otoczenia w roztworze zawierającym kwasy: siarkowy, azotowy lub chlorek sodu.

Opisane powyżej metody oczyszczania powierzchni dotyczą oczyszczania strumieniowościernego z zanieczyszczeń mechanicznych lub usuwania chemicznego zgorzelin. Nie odnoszą się one jednak do warstw związanych dyfuzyjnie z materiałem podłoża takich jak dyfuzyjne warstwy żaroodporne na stopach żarowytrzymałych złożone z międzymetalicznych związków niklu i aluminium, które po eksploatacji w wysokich temperaturach zawierają nierównomiernie rozmieszczone produkty korozji. Nie znana jest również regeneracja warstw niklowych pokrytych dyfuzyjną warstwą aluminium.

Bardzo efektywną metodą, prowadzącą do podwyższenia trwałości i własności eksploatacyjnych elementów turbin gazowych jest nieznana dotychczas regeneracja elementów pokrytych dyfuzyjnymi warstwami na bazie związków niklu i aluminium po eksploatacji, będąca przedmiotem wynalazku.

Usuwanie pokryć dyfuzyjnych dotyczy układu złożonego z produktów korozji związanych dyfuzyjnie z warstwą, stanowiących część warstwy dyfuzyjnej i warstwy dyfuzyjnej stanowiącej związek międzymetaliczny pomiędzy materiałem podłoża i aluminium typu NiAl lub Ni_2Al_3 . Taki układ wymaga selektywnego usunięcia produktów korozji nie naruszając warstwy dyfuzyjnej oraz chemicznego usunięcia pozostałości warstwy dyfuzyjnej bez naruszenia wcześniej odsoniętego materiału podłoża (stopu żarowytrzymałego).

Sposób regeneracji warstwy wierzchniej elementów wykonanych z żarowytrzymałych stopów niklu pokrytych warstwą dyfuzyjną na bazie związków niklu i aluminium według wynalazku polega na tym, że po oczyszczeniu powierzchni z produktów korozji metodą strumieniowościerną usuwa się warstwą dyfuzyjną przez zanurzenie elementu w roztworze zawierającym w procentach wagowych od 5 do 24% korzystnie 10,5% kwasu azotowego, od 4,5 do 16% korzystnie 7,6% kwasu fluorowodorowego, od 2,5 do 10,5% korzystnie 3,4% fluorku amonu, od 49,5 do 88% korzystnie 79% wody, w temperaturze od 18 do 32°C korzystnie 27°C w czasie od 1 do 16 godzin. Zanurzanie w roztworze oraz obróbkę strumieniowościerną prowadzi się naprzemian od 2 do 10 razy w łącznym czasie od 1 do 16 godzin, po czym produkty rozpuszczania usuwa się z powierzchni metodą obróbki strumieniowościerną, a na oczyszczonej powierzchni nanosi się warstwę ochronną aluminiową, aluminiowokrzemową lub aluminiowochromową w znany sposób.

Zaletą sposobu według wynalazku jest możliwość bardzo dokładnego oczyszczania powierzchni z produktów korozji metodą obróbki strumieniowościerną, niemożliwego do osiągnięcia innymi metodami.

Roztwór o składzie chemicznym według wynalazku pozwala na całkowite i równomierne usunięcie pozostałości warstwy dyfuzyjnej bez naruszenia materiału podłoża. Końcowa obróbka strumieniowościerna nadaje powierzchni bardzo wysoką gładkość, która ma decydujący wpływ na gładkość naniesionej warstwy, a ta z kolei na własności eksploatacyjne. Zaletą procesu regeneracji według wynalazku jest jego duża wydajność oraz powtarzalność.

Regeneracja polegająca na zeszlifowaniu produktów korozji oraz pozostałości warstwy dyfuzyjnej przyniosła negatywne rezultaty ze względu na brak powtarzalności wyników, możliwości otrzymania tolerancji wymiarowych oraz małą wydajność. Również oczyszczanie powierzchni z produktów korozji metodą obróbki strumieniowościerną oraz uzupełnienie ubytków warstwy dało negatywne wyniki ze względu na brak połączenia dyfuzyjnego pomiędzy warstwą nienaruszoną w eksploatacji, a warstwą wytworzoną w procesie regeneracji. Powyższych wad pozbawiony jest sposób regeneracji według wynalazku.

Poniżej przedstawione przykłady ilustrujące sposób regeneracji warstwy wierzchniej według wynalazku.

Przykład I. Element wykonany z żarowytrzymałego stopu na bazie niklu o składzie chemicznym: 9% Cr, 4,5% Al, 10% Mo, 5% W, 5% Co, reszta Ni, pokryty dyfuzyjną warstwą aluminiową, po eksploatacji poddano oddziaływaniu strumienia elektrokorundu o granulacji 180 mesh i wody przy ciśnieniu powietrza wynoszącym 0,35 MPa w czasie 0,5 minuty. Usunięto w ten sposób produkty korozji. Następnie w celu usunięcia pozostałości warstwy, element zanurzono w roztworze o składzie w procentach wagowych: 12% kwasu azotowego, 8% kwasu fluorowodorowego, 5% fluorku amonu, 75% wody, w temperaturze 25°C, w czasie 4 godzin, po czym usunięto powstałe na powierzchni produkty rozpuszczania metodą obróbki hydrościernej, elektrokorundem o granulacji 220 mesh przy ciśnieniu powietrza wynoszącym 0,2 MPa. Operacje powtarzano dwukrotnie uzyskując powierzchnię wolną od produktów korozji i pozostałości warstwy aluminiowej. Na oczyszczoną powierzchnię naniesiono warstwę aluminiową przez natryskiwanie zawiesiny zawierającej proszek aluminium, krzemu, lakier nitroceluzowy, aceton, a następnie wygrzewano w temperaturze 950°C w czasie 2 godzin w atmosferze argonu. Otrzymano warstwę dyfuzyjną o grubości 0,04 mm. Element uzyskał własności takie jak przed eksploatacją.

Przykład II. Element wykonany z żarowytrzymałego stopu na bazie niklu o składzie chemicznym w procentach wagowych: 10% Cr, 5,5% Al, 3% Ti, 4% Mo, 5% W, 5% Co, 0,02% B, reszta Ni, pokryty warstwą aluminiową, po eksploatacji poddano oddziaływaniu strumienia ściernego elektrokorundu o granulacji 220 mesh i wody, przy ciśnieniu powietrza wynoszącym 0,354 MPa w czasie 0,5 minuty. Następnie element zanurzono w roztworze o składzie chemicznym w procentach wagowych: 18% kwasu azotowego, 10% kwasu fluowodorowego, 6% fluorku amonu, 86% wody o temperaturze 20°C w czasie 1 godziny, po czym usunięto produkty rozpuszczania warstwy przy pomocy strumienia wody i kulek szklanych przy ciśnieniu powietrza wynoszącym 0,35 MPa. Operacje powtarzano trzykrotnie. Otrzymano powierzchnię czystą, wolną od produktów korozji oraz pozostałości warstwy aluminiowej. Na oczyszczoną powierzchnię naniesiono dyfuzyjną warstwę aluminiowokrzemową metodą natryskiwania zawiesiny i wygrzewania dyfuzyjnego. Element uzyskał własności takie jak przed eksploatacją.

Przykład III. Element wykonany ze stopu na bazie niklu o składzie chemicznym: Cr 10%, Co 11%, Mo 3,5%, W 3,5%, Al 6%, Ti 2,5%, reszta Ni, pokryty dyfuzyjną warstwą aluminiową, która uległa miejscowemu uszkodzeniu mechanicznemu poddano oddziaływaniu strumienia ściernego elektrokorundu o granulacji 150 mesh i wody przy ciśnieniu powietrza wynoszącym 0,25 MPa w czasie 1 minuty, przy czym element zanurzono w roztworze o składzie chemicznym w procentach wagowych: 24% kwasu azotowego, 16% kwasu fluowodorowego, 10,5% fluorku amonu, 49,5% wody o temperaturze 24°C w czasie 1 godziny, po czym usunięto powstałe na powierzchni produkty rozpuszczania warstwy przy pomocy strumienia wody i kulek szklanych przy ciśnieniu powietrza wynoszącym 0,4 MPa. Operacje powtarzano dwukrotnie. Następnie element poddano dyfuzyjnemu aluminiowaniu metodą kontaktowo-gazową (w proszkach) otrzymując warstwę dyfuzyjną o grubości 0,06 mm. Element uzyskał w ten sposób poprawne własności eksploatacyjne.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób regeneracji warstwy wierzchniej elementów wykonanych z żarowytrzymałych stopów niklu pokrytych dyfuzyjną warstwą na bazie związków aluminium, **znamienny tym**, że regenerowaną powierzchnię oczyszcza się metodą obróbki strumieniowo-ściernej, po czym usuwa się warstwę dyfuzyjną przez zanurzenie elementu w roztworze zawierającym w procentach wagowych od 5 do 24% korzystnie 10,5% kwasu azotowego, od 4,5% do 16% korzystnie 7,6% kwasu fluowodorowego, od 2,5% do 10,5% korzystnie 3,4% fluorku amonu, od 49,5% do 88% korzystnie 79% wody, w temperaturze od 18°C do 32°C korzystnie 27°C, przy czym zanurzanie w roztworze oraz obróbkę strumieniowo-ścierną prowadzi się na przemian od 2 do 10 razy w łącznym czasie od 1 do 16 godzin, po czym produkty rozpuszczania usuwa się z powierzchni metodą obróbki strumieniowo-ściernej a na oczyszczoną powierzchnię nanosi się znanymi metodami dyfuzyjną warstwę ochronną aluminiową, aluminiowokrzemową lub aluminiowochromową.

154 592

**Zakład Wydawnictw UP RP. Nakład 100 egz.
Cena 3000 zł**