



(21) Numer zgłoszenia: **343208**

(22) Data zgłoszenia: **12.10.2000**

(51) Int.Cl.

B23P 6/00 (2006.01)

C23C 24/00 (2006.01)

C23C 24/08 (2006.01)

C23C 28/00 (2006.01)

B23K 9/04 (2006.01)

(54) **Sposób wytwarzania powłok na rurach, zwłaszcza wymienników ciepła**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

22.04.2002 BUP 09/02

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

29.02.2008 WUP 02/08

(73) Uprawniony z patentu:

Politechnika Lubelska, Lublin, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

Tadeusz Hejwowski, Lublin, PL

(74) Pełnomocnik:

**Tomasz Milczek, Politechnika Lubelska,
Ośrodek Wynalazczości i Ochrony
Intelektualnej**

(57) Sposób wytwarzania powłok na rurach, zwłaszcza wymienników ciepła, **znamienny tym**, że powłokę wykonuje się na nie zdemontowanej rurze wymiennika ciepła a powierzchnię rury oczyszcza się i poddaje obróbce strumieniowo-ściernej a następnie natrykuje się warstwę podkładową proszkiem zawierającym 5-20% Al, korzystnie 5%, oraz Ni-reszta do uzyskania grubości przekraczającej 0,4 mm a następnie natrykuje się metodą „na zimno” powłokę proszkiem typu NiCrBSi o zawartości 11-14% Cr do grubości warstwy przekraczającej 0,5 mm, a następnie wykonaną powłokę nagrzewa się palnikiem gazowym lub wzbudnikiem indukcyjnym w celu przetopienia zewnętrznej warstwy powłoki.

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania powłok na rurach, zwłaszcza wymienników ciepła.

Zużycie erozyjno-korozyjne rur wymienników ciepła i elementów kotła energetycznego jest uważane za jedną z głównych przyczyn postojów kotłów energetycznych. Większość stopów przeznaczonych do pracy w wysokich temperaturach stanowią stopy na bazie Ni, Co i Fe. Stopy te są łatwe w produkcji i posiadają stosunkowo wysoką temperaturę topnienia. W temperaturach przekraczających około 550° C na powierzchni tych stopów nie wytwarza się warstwa tlenków o dobrych własnościach ochronnych. W celu zapewnienia skutecznej ochrony należy dodać do składu chemicznego stopu stosunkowo duże zawartości określonych pierwiastków, głównie Cr, Al i Si. Stopy o takim składzie chemicznym posiadają jednak zbyt słabe własności mechaniczne i nie mogą być stosowane na elementy przenoszące obciążenia. Stosowane są dwie metody rozwiązania tego problemu: nasycanie dyfuzyjne powierzchni elementu określonymi pierwiastkami oraz wytwarzanie powłok na powierzchni elementów pracujących w podwyższonych temperaturach. Stosunkowo często są stosowane powłoki z proszków na bazie niklu. W przypadku elementów rurowych jedyną możliwością wykonania takich powłok jest natryskiwanie z jednoczesnym przetopieniem co w praktyce wymaga ogrzania dużego fragmentu rury do temperatury zbliżonej do temperatury topnienia proszków na bazie niklu, autorzy V.F. Godinez-Azcuaga, M.A. Marcial-Amaro i J. Porcayo-Calderon w pracy „Ultrasonic characterization of nickel-chromium-base anticonrosive coating” opublikowanej w Review of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation, s. 1285-1289, 1998 r., opisują sposób wytwarzania i własności powłok z proszków na bazie 50Ni-50Cr. Autorzy A. Tomiguchi, Y. Sochi, Y. Matsubara w pracy „Advantages of induction heat treatment in the application of self-fluxing alloy to boiler tubes” opublikowanej w Materiałach 151h International Thermal Spray Conference, Nicea, Francja, 25-29 maja 1998 r., opisują sposób wykonania powłok na bazie niklu na powierzchni rur oraz w tej samej operacji po podgrzaniu rury metodą indukcyjną przetopienia położonej powłoki i zgięcia rury. Aktualnie stosowane metody natryskiwania powłok na rurach pozwalają otrzymać powłoki o dobrych własnościach jedynie w przypadku dobrego dostępu do pokrywanych elementów.

Istotą wynalazku jest sposób wytwarzania powłok na rurach, zwłaszcza wymienników ciepła polegający na tym, że powłokę wykonuje się na nie zdemontowanej rurze wymiennika ciepła a powierzchnię rury oczyszcza się i poddaje obróbce strumieniowo-ściernej a następnie natrykuje się warstwę podkładową proszkiem zawierającym 5-20% Al, korzystnie 5%, oraz Ni -reszta do uzyskania grubości przekraczającej 0,4 mm a następnie natrykuje się metodą „na zimno” powłokę proszkiem typu NiCrBSi o zawartości 11-14% Cr do grubości warstwy przekraczającej 0,5 mm. Wykonaną powłokę nagrzewa się palnikiem gazowym lub wzbudnikiem indukcyjnym w celu przetopienia zewnętrznej warstwy powłoki.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest możliwość wytwarzania powłok na elementach trudno dostępnych. Otrzymane powłoki charakteryzują się lepszą odpornością na zużycie erozyjne powodowane przez cząstki stałe zawarte w spalinach. Ponadto otrzymywane powłoki są bardziej szczelne i przez to bardziej odporne na korozję niż powłoki natrykiwane metodą łukową lub gazowo-proszkową bez przetopienia. Przy właściwym doborze parametrów przetopione powłoki metodą indukcyjną lub gazową składają się z warstwy wykonanej z materiału podkładowego o strukturze właściwej dla procesu natrykiwania oraz zewnętrznej warstwy powłoki, która po przetopieniu jest szczelna i posiada dobrą odporność na zużycie erozyjne. Warstwa powłoki wykonana z materiału podkładowego, ze względu na swoją strukturę, obniża wartość naprężeń cieplnych powstających podczas zmian temperatury elementu wywołanych cyklami włączeń i wyłączeń oraz dobowymi zmianami obciążeń kotła. Warstwa zewnętrzna powłoki stanowi po przetopieniu rodzaj sztywnej tulei posiadającej lepsze własności mechaniczne od materiału podkładowego.

P r z y k ł a d 1. Powierzchnię odcinka rury ze stali 10H2M oczyszcza się i poddaje obróbce strumieniowo-ściernej węglikiem krzemu, a następnie natrykuje pistoletem gazowo-proszkowym typu UNI-SPRAY-JET materiałem podkładowym o składzie chemicznym Al=5%, Ni=95% do uzyskania grubości powłoki > 0,4 mm. Następnie natrykuje się następną warstwę powłoki proszkiem na bazie niklu o składzie chemicznym: B=2,83%; Cr=11,9%; Si=3,06%; Ni-reszta do uzyskania grubości warstwy > 0,5 mm. Następnie zewnętrzną warstwę powłoki przetapia się palnikiem typu UNI-SPRAY-JET. Podczas natrykiwania i przetapiania ciśnienie acetylenu wynosi 0,07 MPa a ciśnienie acetylenu wynosi 0,07 MPa a ciśnienie tlenu 0,3 MPa. Podczas natrykiwania odległość palnika od powierzchni

rury wynosi 200 mm, podczas przetapiania 150 mm. Otrzymana powłoką ma gładką powierzchnię, jest szczelna, pozbawiona wad.

P r z y k ł a d 2. Powierzchnię odcinka rury ze stali 10H2M. oczyszcza się i następnie natryskuje pistoletem gazowo-proszkowym typu UNI-SPRAY-JET materiałem podkładowym o składzie chemicznym Al=5%, Ni=95% do uzyskania grubości warstwy > 0,4 mm. Następnie natryskuje się następną warstwę powłoki proszkiem na bazie niklu o składzie chemicznym: B=3,58%; Cr=14,0%; Si=4,25%; Ni-reszta do uzyskania grubości warstwy >0,5 mm. Następnie zewnętrzną warstwę powłoki przetapia się wzbudnikiem generatora indukcyjnego o częstotliwości 440 kHz o mocy maksymalnej 60 kW przy szybkości przesuwu wzbudnika równej 5 mm/s. Cewka wzbudnika otacza rurę na długości 60 mm w odległości 15 mm. Otrzymana powłoka ma gładką powierzchnię, jest szczelna. Powłoka charakteryzuje się wysoką odpornością na zażycie erozyjno-ścierne.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób wytwarzania powłok na rurach, zwłaszcza wymienników ciepła, **znamienny tym**, że powłokę wykonuje się na nie zdemontowanej rurze wymiennika ciepła a powierzchnię rury oczyszcza się i poddaje obróbce strumieniowo-ściernej a następnie natryskuje się warstwę podkładową proszkiem zawierającym 5-20% Al, korzystnie 5%, oraz Ni-reszta do uzyskania grubości przekraczającej 0,4 mm a następnie natryskuje się metodą „na zimno” powłokę proszkiem typu NiCrBSi o zawartości 11-14% Cr do grubości warstwy przekraczającej 0,5 mm, a następnie wykonaną powłokę nagrzewa się palnikiem gazowym lub wzbudnikiem indukcyjnym w celu przetopienia zewnętrznej warstwy powłoki.

