



(54) **Sposób i układ do badania zmęczenia cieplnego powłok**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

25.03.2002 BUP 07/02

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

28.02.2007 WUP 02/07

(73) Uprawniony z patentu:

Politechnika Lubelska, Lublin, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

Tadeusz Hejwowski, Lublin, PL

(74) Pełnomocnik:

Skrynicki Wiesław, Politechnika Lubelska

(57) 1. Sposób badania zmęczenia cieplnego powłok metalicznych lub ceramicznych polegający na cyklicznych ogrzewaniach i chłodzeniach próbek prostopadłościennych z jednostronnie wykonaną powłoką, **znamienny tym**, że próbki przemieszcza się pionowo pomiędzy sekcjami grzejnymi pieca o różnych zadanych temperaturach lub pomiędzy sekcją o zadanej temperaturze i medium chłodzącym wodą lub sprężonym powietrzem, przy czym czasy przebywania próbek w położeniach górnych i dolnych wynoszą dla półokresów grzania 10-20 minut, korzystnie 15 minut, a dla półokresów chłodzenia wodą wynoszą 10-15 sekund, korzystnie 10 sekund, przy czym górne temperatury zbliżone są do maksymalnych temperatur pracy badanych powłok, a dolne temperatury w przypadku testów przyspieszonych są zbliżone do pokojowych, a w przypadku testów prowadzonych w warunkach zbliżonych do rzeczywistych warunków pracy powłok w dolnych temperaturach ich zakresu pracy.

2. Układ do badań zmęczenia cieplnego powłok metalicznych lub ceramicznych składający się z pieca grzewczego, zespołu przemieszczającego próbki i zbiornika medium chłodzącego, **znamienny tym**, że prostopadłościenne próbki (1) są umieszczone na pionowych ścianach litego, sześciennego, metalowego uchwyty (2) izolowanego cieplnie od góry i dołu, podwieszono na ciężnie (3) zamocowanym na kole silnika (4) elektrycznego dwustronnego działania, posadowionego na górnej ścianie prostopadłościennego korpusu pieca (5) i przemieszczanego wewnątrz pionowej rury (6) ceramicznej, od góry częściowo zamkniętej, z wykonanymi na zewnętrznej tworzącej parami (7, 8) sekcji grzejnych otoczonych umieszczonymi warstwowo płytami (10) włókniny ograniczonymi z zewnątrz nieruchomymi ścianami (11) i przeciwległymi im ruchomymi ścianami obudowy, na wysokości sekcji grzejnych (7, 8), w rurze (6) ceramicznej, zamknięte w cienkich rurkach ceramicznych umieszczone są termopary (9), a pod rurą ceramiczną (6) ustawiony jest pojemnik (12) z medium chłodzącym.

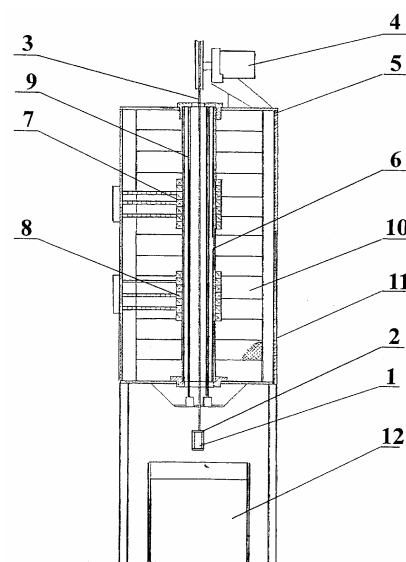


Fig. 1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ do badania zmęczenia cieplnego powłok metalicznych lub ceramicznych.

Autorzy U. Steffens i U. Fischer w artykule „Characterization and thermal shock testing of yttria-stabilized zirconia coatings” opublikowanym w *Surface and Coatings Technology*, vol. 32 str. 327-338, 1987 podają przykład stanowiska do badania odporności na zmęczenie cieplne. Badane próbki miały wymiary 50 x 20 x 10 mm i były pokryte jednostronnie powłoką ceramiczną. Próbki były ogrzewane palnikiem propanowo-tlenowym, a do chłodzenia wykorzystano dyszę ze sprężonym powietrzem skierowaną na powierzchnię próbki. Jednocześnie badano trzy próbki, czas nagrzewania wynosił 20 s podczas każdego cyklu, a czas chłodzenia 35 s. Kryterium uszkodzenia było odpryśnięcie 30% powierzchni pokrycia. Natomiast autorzy Y. C. Tsui, J. A. Thompson i T. W. Clyne w pracy „The effect of bond coat creep on residual stresses and debonding in plasma sprayed thermal barrier systems” opublikowanej w *Materiałach Konferencji 15 International Thermal Spray Conference*, 25-29 maja 1998, Nicea, Francja opisali metodę wykonywania badań zmęczenia cieplnego powłok polegające na cyklicznym nagrzewaniu palnikiem naddźwiękowym i chłodzeniu wodą.

Istotą sposobu badania zmęczenia cieplnego powłok metalicznych lub ceramicznych polegającego na cyklicznych ogrzewaniach i chłodzeniach próbek prostopadłościennych z jednocześnie wykonaną powłoką jest to, że próbki przemieszcza się pionowo pomiędzy sekcjami grzejnymi pieca o różnych zadanych temperaturach lub pomiędzy sekcją o zadanej temperaturze i medium chłodzącym wodą lub sprężonym powietrzem, przy czym czasy przebywania próbek w położeniach górnych i dolnych wynoszą dla półokresów grzania 10-20 minut, korzystnie 15 minut, a dla półokresów chłodzenia wodą wynoszą 10-15 sekund, korzystnie 10 sekund, przy czym górne temperatury zbliżone są do maksymalnych temperatur pracy badanych powłok, a dolne temperatury w przypadku testów przyspieszonych są zbliżone do pokojowych, a w przypadku testów prowadzonych w warunkach zbliżonych do rzeczywistych warunków pracy powłok w dolnych temperaturach ich zakresu pracy.

Istotą układu do badań zmęczenia cieplnego powłok metalicznych lub ceramicznych składającego się z pieca grzewczego, zespołu przemieszczającego próbki i zbiornika medium chłodzącego jest to, że prostopadłościenne próbki są umieszczone na pionowych ścianach litego, sześciennego, metalowego uchwytu izolowanego cieplnie od góry i dołu, podwieszono na cięgnie zamocowanym na kole silnika elektrycznego dwustronnego działania, posadowionego na górnej ścianie prostopadłościennego korpusu pieca i przemieszczanego wewnątrz pionowej rury ceramicznej, od góry częściowo zamkniętej, z wykonanymi na zewnętrznej tworzącej parami sekcji grzejnych otoczonych umieszczonymi warstwowo płytami włókniny ograniczonymi z zewnątrz nieruchomymi ścianami i przeciwnymi im ruchomymi ścianami obudowy, na wysokości sekcji grzejnych, w rurze ceramicznej, zamknięte w cienkich rurkach ceramicznych umieszczona są termopary, a pod rurą ceramiczną ustawiony jest pojemnik z medium chłodzącym. Połowa sekcji grzejnych korzystnie jest zasilana z tyrystorowego stabilizatora temperatury mierzonej termoparami, a druga połowa sekcji grzejnych jest zasilana z innych stabilizatorów temperatury mierzących tą samą temperaturę włączanych cyklicznie sterownikiem na krótkie okresy czasu, na sumarycznie dłużej niż 10% czasu badań.

Korzystnym skutkiem sposobu według wynalazku jest to, że pozwala na jednoczesne badanie kilku próbek. Układ jest tani i bezpieczny w eksploatacji. Uzyskane wyniki korelują z wynikami otrzymywanymi droższą i bardziej pracochłonną metodą polegającą na nagrzewaniu palnikiem i chłodzeniu sprężonym powietrzem. Sterownik układu stabilizuje temperaturę, zlicza cykle i określa czasy nagrzewania i chłodzenia. Podczas pracy układ nie wymaga obecności operatora.

Wynalazek został przedstawiony w przykładzie wykonania na schematycznym rysunku.

Sposób badania zmęczenia cieplnego powłok metalicznych lub ceramicznych polegający na cyklicznych ogrzewaniach i chłodzeniach próbek prostopadłościennych z jednostronnie wykonaną powłoką polega na tym, że próbki przemieszcza się pionowo pomiędzy sekcjami grzejnymi pieca o różnych zadanych temperaturach lub pomiędzy sekcją o zadanej temperaturze i medium chłodzącym wodą lub sprężonym powietrzem. Czasy przebywania próbek w położeniach górnych i dolnych wynoszą dla półokresów grzania 10-20 minut, korzystnie 15 minut, a dla półokresów chłodzenia wodą wynoszą 10-15 sekund, korzystnie 10 sekund. Górne temperatury zbliżone są do maksymalnych temperatur pracy badanych próbek, a dolne temperatury w przypadku testów przyspieszonych są zbliżone do pokojowych, a w przypadku testów wprowadzonych w warunkach zbliżonych do rzeczywistych warunków pracy powłok w dolnych temperaturach ich zakresu pracy.

Układ do badań zmęczenia cieplnego powłok metalicznych lub ceramicznych składa się z pieca grzewczego, zespołu przemieszczającego próbki i zbiornika medium chłodzącego, przy czym prostopadłościennie próbki 1 są umieszczone na pionowych ścianach litego, sześciennego, metalowego uchwytu 2 izolowanego cieplnie od góry i od dołu, podwieszono na cięgnie 3 zamocowanym na kole silnika 4 elektrycznego dwustronnego działania, posadowionego na górnej ścianie prostopadłościennego korpusu pieca 2 i przemieszczanego wewnątrz pionowej rury 6 ceramicznej, od góry częściowo zamkniętej, z wykonanymi na zewnętrznej tworzącej parami 7, 8 sekcji grzejnych otoczonych umieszczonymi warstwowo płytami 10 włókniny ograniczonymi z zewnątrz nieruchomymi ścianami 11 i przeciwległymi im ruchomymi ścianami obudowy, na wysokości sekcji grzejnych 7, 8, w rurze 6 ceramicznej, zamknięte w cienkich rurkach ceramicznych umieszczone są termopary 9, a pod rurą ceramiczną 6 ustawiony jest pojemnik 12 z medium chłodzącym.

Połowa sekcji 7, 8 grzejnych jest zasilana z tyrystorowego stabilizatora temperatury mierzonej termoparami 9, a druga połowa sekcji 7, 8 grzejnych jest zasilana z innych stabilizatorów temperatury mierzących tę samą temperaturę, włączanych cyklicznie sterownikiem na krótkie okresy czasu, na sumarycznie dłużej niż 10% czasu badań.

Przebieg badań polega na tym, że prostopadłościennie próbki 1 stopu metalu z wykonaną jednostronnie powłoką o wymiarach 30 x 30 x 8 mm mocuje się na uchwycie 2 powłokami na zewnątrz, a uchwyt 2 próbek zawiesza się na cięgnie 3 przewleczonym przez rurę 6 ceramiczną i zamocowanym na kole silnika 4 elektrycznego. Następnie napełnia się pojemnik 12 wodą lub włącza dmuchawę umieszczoną zamiast niego oraz włącza się zasilanie sekcji grzejnych. Po osiągnięciu zadanej temperatury pieca włącza się sterownik cykli. Okresowo uchwyt zatrzymuje się w dolnym położeniu w celu dokonania oględzin stanu powłok. Po zakończeniu badań próbki są demontowane z uchwytu i wyłącza się zasilanie układu.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób badania zmęczenia cieplnego powłok metalicznych lub ceramicznych polegający na cyklicznych ogrzewaniach i chłodzeniach próbek prostopadłościennych z jednostronnie wykonaną powłoką, **znamienny tym**, że próbki przemieszcza się pionowo pomiędzy sekcjami grzejnymi pieca o różnych zadanych temperaturach lub pomiędzy sekcją o zadanej temperaturze i medium chłodzącym wodą lub sprężonym powietrzem, przy czym czasy przebywania próbek w położeniach górnych i dolnych wynoszą dla półokresów grzania 10-20 minut, korzystnie 15 minut, a dla półokresów chłodzenia wodą wynoszą 10-15 sekund, korzystnie 10 sekund, przy czym górne temperatury zbliżone są do maksymalnych temperatur pracy badanych powłok, a dolne temperatury w przypadku testów przyspieszonych są zbliżone do pokojowych, a w przypadku testów prowadzonych w warunkach zbliżonych do rzeczywistych warunków pracy powłok w dolnych temperaturach ich zakresu pracy.

2. Układ do badań zmęczenia cieplnego powłok metalicznych lub ceramicznych składający się z pieca grzewczego, zespołu przemieszczającego próbki i zbiornika medium chłodzącego, **znamienny tym**, że prostopadłościennie próbki (1) są umieszczone na pionowych ścianach litego, sześciennego, metalowego uchwytu (2) izolowanego cieplnie od góry i dołu, podwieszono na cięgnie (3) zamocowanym na kole silnika (4) elektrycznego dwustronnego działania, posadowionego na górnej ścianie prostopadłościennego korpusu pieca (5) i przemieszczanego wewnątrz pionowej rury (6) ceramicznej, od góry częściowo zamkniętej, z wykonanymi na zewnętrznej tworzącej parami (7, 8) sekcji grzejnych otoczonych umieszczonymi warstwowo płytami (10) włókniny ograniczonymi z zewnątrz nieruchomymi ścianami (11) i przeciwległymi im ruchomymi ścianami obudowy, na wysokości sekcji grzejnych (7, 8), w rurze (6) ceramicznej, zamknięte w cienkich rurkach ceramicznych umieszczone są termopary (9), a pod rurą ceramiczną (6) ustawiony jest pojemnik (12) z medium chłodzącym.

3. Układ według zastrz. 2, **znamienny tym**, że połowa sekcji (7, 8) grzejnych jest zasilana z tyrystorowego stabilizatora temperatury mierzonej termoparami (9), a druga połowa sekcji (7, 8) grzejnych jest zasilana z innych stabilizatorów temperatury mierzących tę samą temperaturę, włączanych cyklicznie sterownikiem na krótkie okresy czasu, na sumarycznie dłużej niż 10% czasu badań.

Rysunek

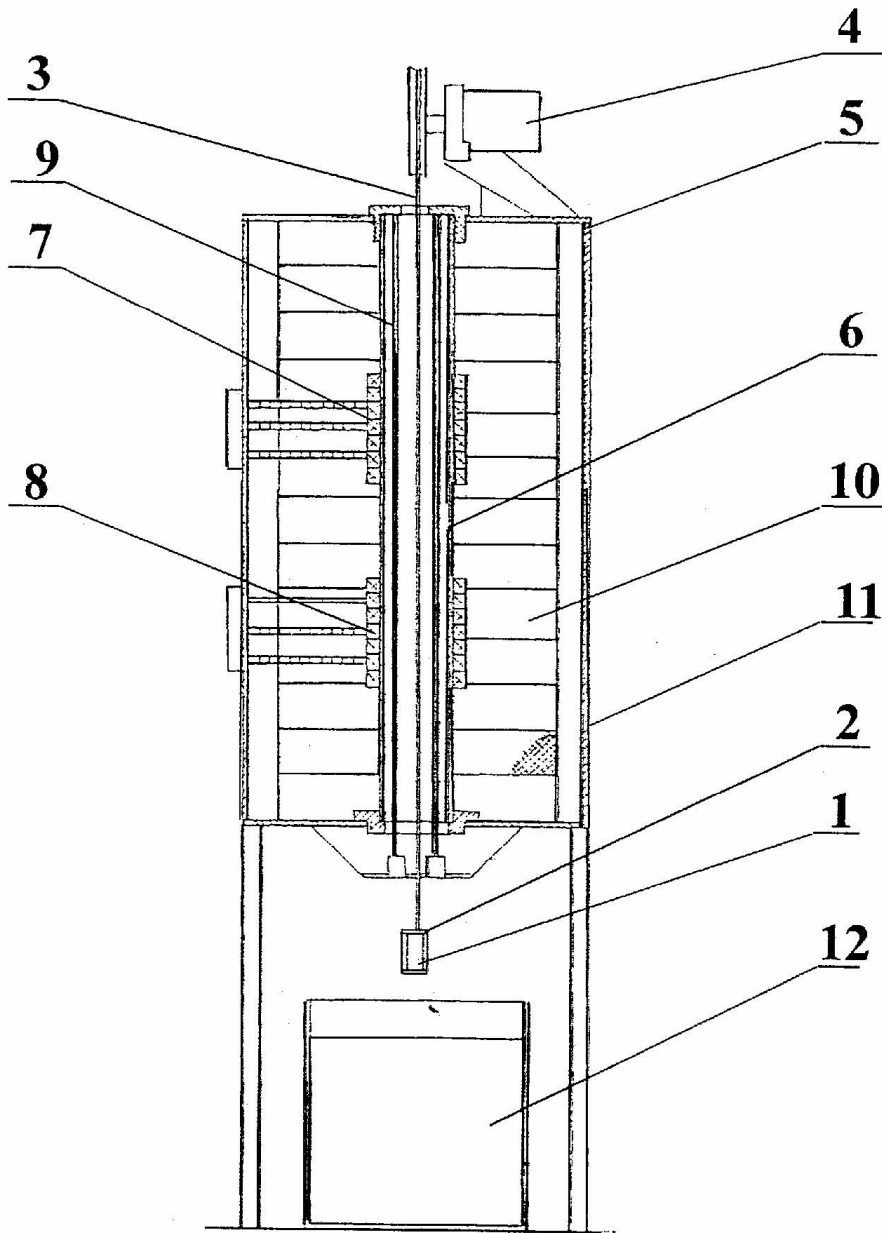


Fig. 1