

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2023 00129

(22) Data de depozit: 20/03/2023

(41) Data publicării cererii:
28/07/2023 BOPI nr. 7/2023

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE
- DEZVOLTARE TURBOMOTOARE -
COMOTI, BD.IULIU MANIU NR.220D,
SECTOR 6, O.P.76, C.P.174, BUCUREȘTI,
B, RO

(72) Inventatori:
• BADEA TEODOR,
STR.CÂMPIA LIBERTĂȚII, NR.46, BL.52,
SC.3, ET.5, AP.92, SECTOR 3, BUCUREȘTI,
B, RO;
• BATALU NICOLAE DAN,
ALEEA POLITEHNICII, NR.4, BL.4, SC.B,
ET.4, AP.30, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,
RO

(54) STAND AUTOMATIZAT DE TESTARE A REZISTENȚEI
LA OXIDARE ȘI ȘOC TERMIC A STRATURILOR DEPUSE
CU ROL DE BARIERĂ TERMICĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un stand automatizat de testare a rezistenței la oxidare și șoc termic a straturilor cu rol de barieră termică, depuse pe substraturi realizate din diverse materiale. Standul conform invenției este constituit din șase blocuri (1) de grafit prevăzute cu un canal (5) pentru încălzirea probei (10) cu un rezistor (4), din două canale (6 și 7) pentru răcirea probei (10) și a substratului, din patru canale (11) de evacuare a aerului cald/rece, din două găuri pentru poziționarea termocuplelor (2 și 3) de contact folosite la identificarea temperaturii de la suprafața probei (10) și a substratului, dintr-o fantă pentru poziționarea probei (10), din niște canale (8) verticale și niște canale (9) orizontale folosite pentru recuperarea energiei termice și din trei sisteme (12) de ventilație pentru realizarea debitelor de aer cald și rece.

Revendicări: 3
Figuri: 3

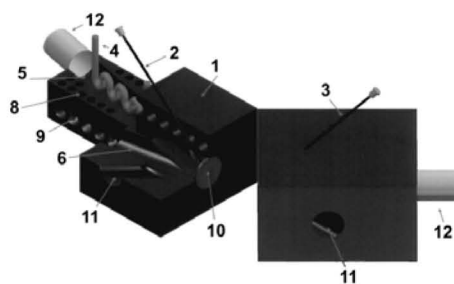


Fig. 2



OFICIUL NAȚIONAL DE BREVETE DE INVENȚII ȘI MĂRCI	
Căminul de invenție	
Nr.	a 2023 oc 129
Date de depozit	20-03-2023

9

STAND AUTOMATIZAT DE TESTARE A REZISTENȚEI LA OXIDARE ȘI ȘOC TERMIC A STRATURILOR DEPUSE CU ROL DE BARIERĂ TERMICĂ

Invenția se referă la un stand automatizat de testare a rezistenței la oxidare și șoc termic a straturilor cu rol de barieră termică depuse pe diverse materiale. Instalația este utilizată în vederea simulării condițiilor reale de funcționare ale straturilor depuse, utilizate în mod particular în industria aerospațială. Prin acest test se determină performanțele sau/și limitările acestora, rezultatele fiind utile în cadrul etapelor de proiectare și dezvoltare a unor sisteme noi de acoperire cu rol de barieră termică.

În prezent sunt propuse diverse standuri de testare a rezistenței la oxidare și șoc termic a acoperirilor cu rol de barieră termică, toate având în comun o sursă de încălzire și răcire, un sistem de măsurare și control a temperaturii, un sistem de prindere a probei și o incintă.

Se cunoaște o instalație de testare a materialelor la șoc termic, conform documentului **WO 2013177860 A1**, care este compusă dintr-o zonă de încălzire cu rezistențe, o zonă de răcire cu gaz și un sistem de prindere a probei ce permite mișcarea probei pe verticală din zona de încălzire în cea de răcire și invers. Dezavantajul instalației îl reprezintă faptul că instalația nu prevede un sistem de răcire a substratului în cazul testării sistemelor de acoperiri cu rol de barieră termică care simulează condiții reale de funcționare.

Se cunoaște o instalație de testare a materialelor la șoc termic, conform documentului **US 20070127544 A1**, care este compusă dintr-o incintă de încălzire cu rezistențe prevăzută cu un suport pentru probe și racorduri pentru răcirea incintei cu gaz sau lichid. Dezavantajul instalației îl reprezintă supunerea întregii instalații la ciclul de șoc termic odată cu proba, reducând drastic durata de viață a instalației.

Se cunoaște o instalație de testare a materialelor la șoc termic conform documentului **US 9885616 B2**. Această instalație este compusă dintr-o incintă de încălzire și un sistem de glisare a probei între cele două zone de încălzire/răcire. Dezavantajul instalației îl reprezintă faptul că nu prevede un sistem de răcire a substratului în cazul testării sistemelor de acoperiri cu rol de barieră termică, simulând astfel condițiile reale de funcționare.

Se cunoaște o instalație de testare a materialelor la șoc termic, conform documentului **RO 127339 A1**, ce realizează o translație a epruvetei cu ajutorul unui mecanism din zona de încălzire către cea de răcire rapidă a probei cu aer comprimat. Instalația are în componență un cuptor

vertical cu temperatura maximă de 1700 °C, un pirometru pentru măsurarea temperaturii epruvetei și un sistem de deplasare a epruvetei în zona de răcire cu gaz. Dezavantajele acestei instalații sunt sistemul de manevrare a epruvetei care prezintă un grad ridicat de complexitate și o parte a acestuia care suferă același șoc termic ca și epruveta, costul cu uzura sistemului fiind foarte mare

Se cunoaște o instalație de testare a materialelor la oxidare și șoc termic, conform documentului **RO 134516 A0**, care realizează translația probei cu ajutorul unui mecanism din zona de încălzire către cea de răcire rapidă a probei cu aer comprimat. Instalația are în componență un cuptor vertical cu temperatura maximă de 1400 °C, un sistem de deplasarea a probelor în zona de răcire cu gaz și de retragere, precum și un sistem de prindere a probelor care prevede un termocuplu în contact cu probele. Dezavantajele acestei instalații sunt reprezentate de faptul că suportul de prindere a probelor suferă același șoc termic ca și proba, făcând costul de întreținere al instalației ridicat, și faptul că instalația nu prevede un sistem de răcire a substratului în cazul testării sistemelor de acoperiri cu rol de barieră termică, care să simuleze condițiile reale de funcționare.

Dezavantajele principale al acestor standuri de testare a rezistenței la șoc termic sunt reprezentate de faptul că acestea nu oferă o răcire a substratului în cazul testării sistemelor de acoperiri cu rol de barieră termică, sunt realizate din sisteme complexe de manevrare și prindere a probelor, ridicând costul de operare, iar unele dintre ele necesită un operator care trebuie să supravegheze și/sau să acționeze diferite comenzi pe tot parcursul desfășurării testelor.

Prima problemă tehnică pe care o rezolvă invenția, constă în faptul că standul asigură răcirea substratului în cazul testării sistemelor de acoperiri cu rol de barieră termică.

A doua problemă tehnică pe care o rezolvă invenția, constă în faptul că prezintă costuri de realizare și operare reduse, neavând sisteme complexe de manevrare sau prindere a probelor.

A treia problema tehnică pe care o rezolvă invenția, constă în faptul că sistemul este construit și configurat astfel încât să ofere posibilitatea automatizării complete și independente a acestuia.

Standul automatizat de testare a rezistenței la oxidare și șoc termic a straturilor depuse cu rol de barieră termică, conform invenției, rezolvă problemele tehnice menționate și elimină dezavantajele enumerate anterior, prin aceea că, este asamblat din șase blocuri de grafit ce prevăd un canal pentru încălzirea probei cu elementul electric de încălzire, din două canale

4

pentru răcirea unei probe și a unui substrat, din patru canale de evacuare a aerului cald/rece, două găuri pentru termocuplu de contact folosit la identificarea temperaturii la suprafața probei și a temperaturii substratului, o fantă pentru poziționarea probei, din niște canale verticale și orizontale pentru recuperarea energiei, și din trei sisteme de ventilație pentru asigurarea debitului de aer cald și rece.

Standul de testare este destinat în special testării acoperirilor ceramice cu rol de barieră termică utilizate în diverse aplicații care necesită protecție termică. Acestea sunt realizate din materiale ceramice, cum ar fi oxidul de aluminiu, silicatul de aluminiu, oxidul de zirconiu și silicatul de zirconiu, cunoscute pentru proprietățile lor izolante și de protecție termică.

Acoperirile ceramice cu rol de barieră termică sunt utilizate în industria aeronautică și în alte aplicații care implică temperaturi ridicate, expunere la căldură extremă. Acoperirile sunt utilizate pentru a proteja piesele metalice, în general din componența motoarelor avioanelor, de temperaturile ridicate și de coroziune, reducând astfel costurile de întreținere și îmbunătățind durata de viață a echipamentelor.

Aceste acoperiri sunt realizate prin aplicarea unei pelicule subțiri de material ceramic pe suprafața metalică. Pelicula de ceramică formează un strat protector care reduce transferul de căldură și totodată protejează împotriva coroziunii și uzurii.

Necesitatea testării corecte a acestor sisteme de acoperiri este vitală în procesul de validare și de aceea standul de testare prevede un sistem de răcire a substratului simulând astfel condițiile reale de funcționare. Majoritatea standurilor de testare nu prevăd un astfel de sistem, materialul suport fiind supus aceleiași temperaturi folosite pentru testarea stratului ceramic. De aici și degradarea materialului suport este accelerată, conducând la degradarea prematură a stratului ceramic

Standul automatizat de testare a rezistenței la oxidare și șoc termic a straturilor depuse cu rol de barieră termică, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- este prevăzut cu sistem de răcire controlată a substratului în cazul testării acoperirilor cu rol de bariera termică;
- costuri reduse de fabricație;
- permite automatizarea completă și monitorizarea întregului proces;
- nu necesită intervenție umană decât la montarea probei și pornirea standului, ulterior standul se poate opri automat în caz de urgență, la finalizarea numărului de cicluri

impuse sau a degradării stratului ceramic cu rol de barieră termică, în momentul în care termocuplul sesizează o creștere bruscă a temperaturii substratului;

- eficiență energetică ridicată datorită canalelor separate de încălzire și răcire și a canalelor adiacente interioare realizate în vederea recuperării energiei termice.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu figurile 1-3, care reprezintă:

- Fig. 1, vedere de ansamblu a standului de testare;
- Fig. 2, vedere în secțiune a standului de testare;
- Fig. 3, vedere de axonometrică a canalelor prevăzute în interiorul standului de testare.

Standul automatizat de testare a rezistenței la oxidare și șoc termic a straturilor depuse cu rol de barieră termică, conform invenției, este realizată din șase blocuri de grafit **1**, dintre care, patru pentru zona de încălzire și răcire a stratului ceramic și două pentru zona de răcire a substratului, ultime două zone rotindu-se împreună în plan orizontal până la un unghi de 90° în vederea montării probei.

Sunt realizate trei canale interioare principale, respectiv un canal pentru încălzire **5** prevăzut cu o rezistență electrică **4**, un canal pentru răcirea stratului ceramic **6** și un canal pentru răcirea substratului **7**. Totodată sunt prevăzute și patru canale secundare **11** pentru evacuarea gazelor, două în zona de încălzire și răcire a stratului ceramic și două în zona de răcire a substratului.

Pe lângă cele trei canale principale și patru secundare din zona de încălzire a stratului ceramic, în jurul canalului de încălzire **5** prevăzut cu elementul de încălzire **4** sunt realizate treizeci și șapte de canale verticale mici **8** și douăsprezece canale orizontale mari **9** ce comunică între ele în vederea recuperării energiei, astfel crescând eficiența energetică a standului.

Temperatura este măsurată cu două termocupluri de contact de tip S poziționate la 45° , unul pentru verificarea temperaturii stratului ceramic **2**, iar al doilea pentru verificare temperaturii substratului **3**.

Fluxul de gaze este asigurat de ventilatoare intubate pentru cele trei canale principale **5**, **6** și **7** prezentate anterior

Configurația standului de testare permite o automatizare completă fiind format doar din componente controlabile de la distanță. Automatizarea unui ciclu de șoc termic poate fi realizată

5

prin controlarea simultană a intensității curentului de intrare în elementul de încălzire 4, a sursei de ventilație pentru obținerea temperaturii dorite de testare validată de termocuplu 2 și a timpului de menținere a temperaturii, urmate de procesul de răcire a probei, după care se repetă ciclul până când operatorul decide să oprească testul, s-a atins numărul de cicluri impuse sau eficiența stratului ceramic s-a diminuat și temperatura înregistrată de termocuplu 3 a crescut peste limita impusă. Totodată standul poate fi configurat și pentru testarea unor materiale fără acoperiri ce nu necesită răcirea substratului pe parcursul ciclurilor de tratament.

Acesta poate fi prevăzut și cu sisteme de siguranță utilizând datele citite de la elementul de încălzire 4, cât și a temperaturii înregistrate de către termocuplurile 2 și 3. Aceste sisteme pot opri automat instalația prin decuplare de la sursa de alimentare și forțând ventilatoarele să funcționeze la putere maximă pentru a reduce timpul de răcire a întregului stand.

Standul automatizat de testare a rezistenței la oxidare și șoc termic a straturilor depuse cu rol de barieră termică mai este alcătuit din trei sisteme de ventilație 12 pentru asigurarea debitului de aer cald și rece.

REVENDICĂRI

1. Stand automatizat de testare a rezistenței la oxidare și șoc termic a straturilor depuse cu rol de barieră termică, **caracterizat prin aceea că** este asamblat din șase blocuri de grafit (1) ce prevăd un canal (5) pentru încălzirea probei cu elementul electric de încălzire (4), din două canale (6, 7) pentru răcirea unei probe (10) și a unui substrat, din patru canale de evacuare a aerului cald/rece (11), două găuri pentru termocuplu de contact folosit la identificarea temperaturii la suprafața probei și a temperaturii substratului (3), o fantă pentru poziționarea probei (10), din niște canale verticale (8) și orizontale (9) pentru recuperarea energiei, și din trei sisteme de ventilație (12) pentru asigurarea debitului de aer cald și rece.

2. Stand automatizat de testare a rezistenței la oxidare și șoc termic a straturilor depuse cu rol de barieră termică, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** forma și configurația permit o automatizare completă prin posibilitatea controlării și monitorizării întregului proces cu ajutorul unei plăci hardware de dezvoltare și a unui soft dedicat ce controlează timpul unui ciclu de șoc termic, temporizând sistemele de ventilație (12) și temperatura de încălzire, prin modificarea intensității curentului ce ajunge la rezistor/element de încălzire (4), a debitului de aer și monitorizată cu ajutorul unui termocuplu (2), temperatura de răcire a substratului prin modificarea debitului de aer, monitorizată prin termocuplul (3).

3. Stand automatizat de testare a rezistenței la oxidare și șoc termic a straturilor depuse cu rol de barieră termică, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** forma canalelor interioare verticale (8) și orizontale (9) folosite pentru recuperarea energiei cresc eficiența energetică a standului de testare.

3

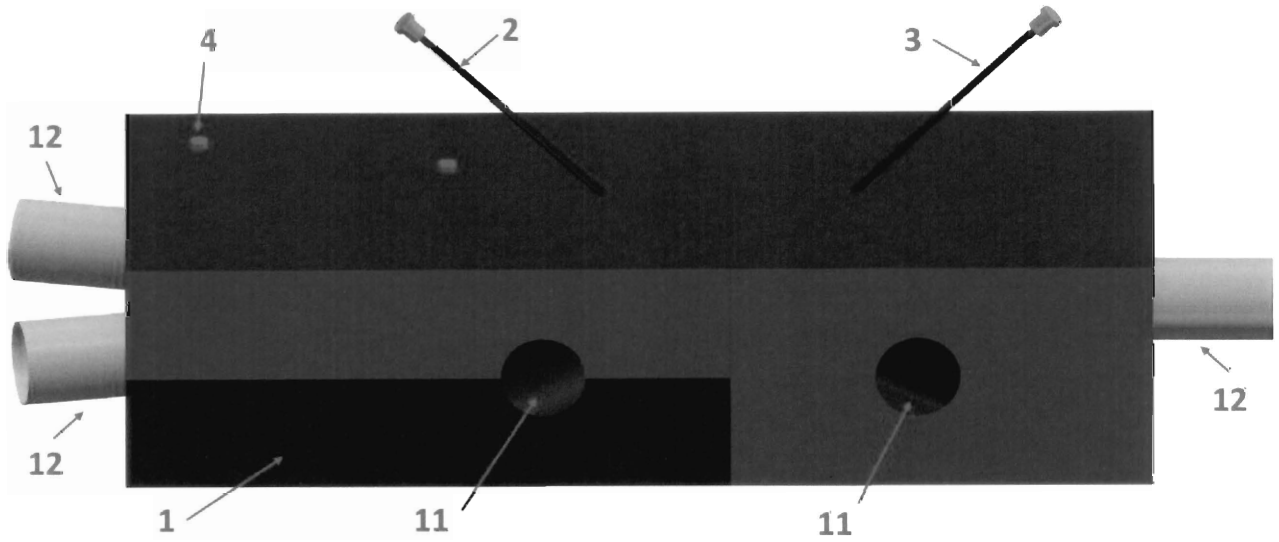


Figura 1

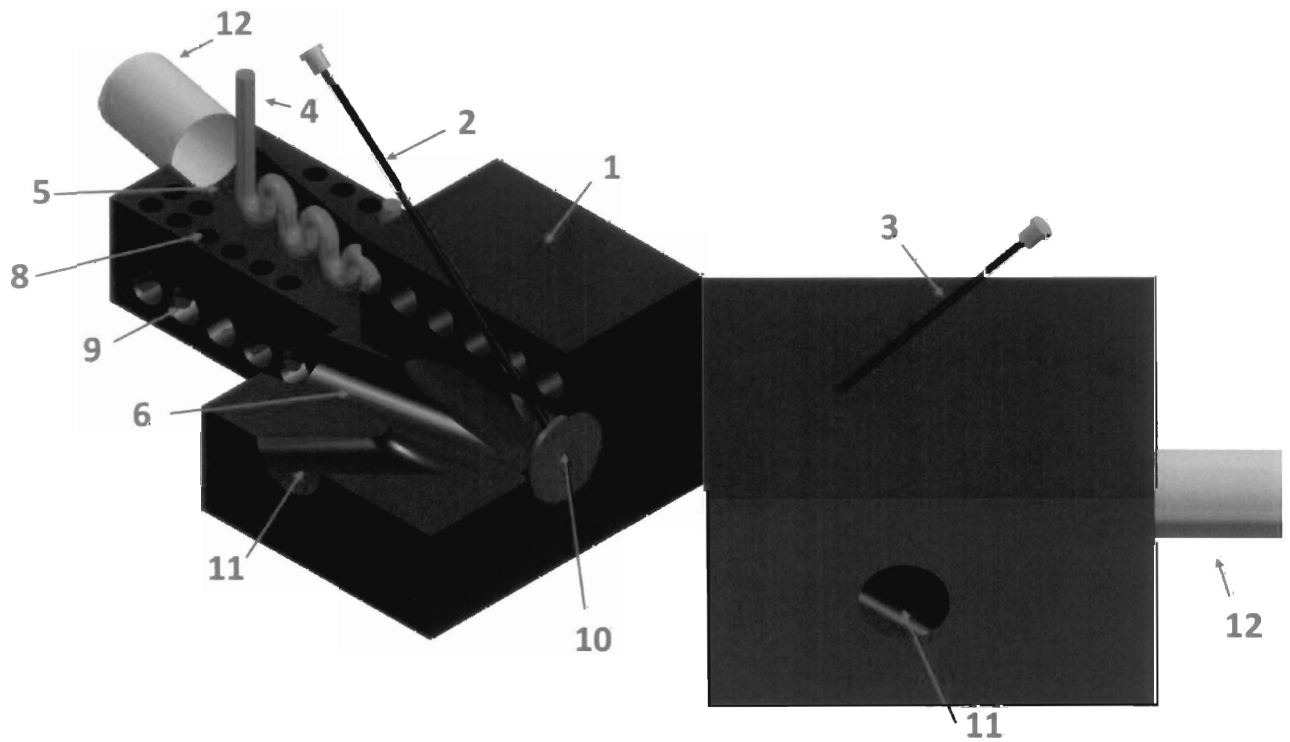


Figura 2

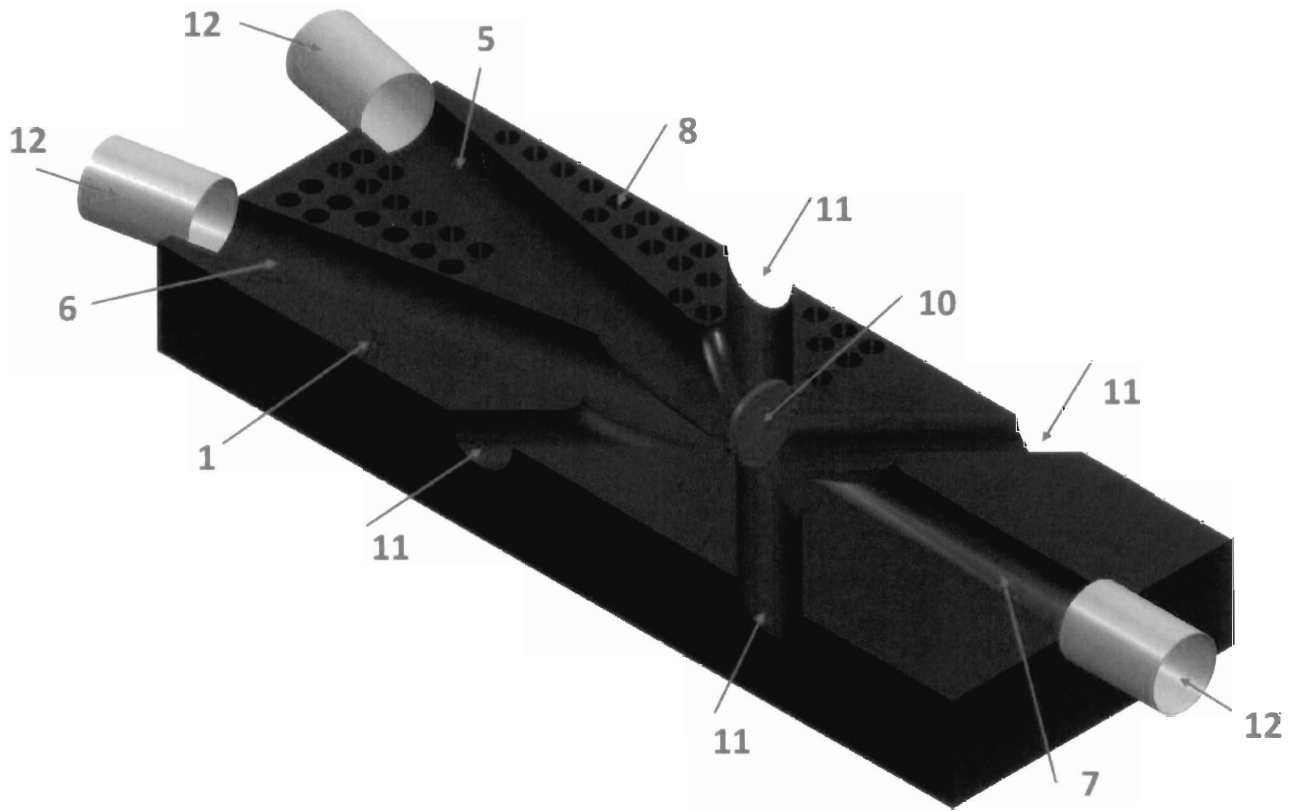


Figura 3