



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2013 00374**

(22) Data de depozit: **17/05/2013**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/08/2017** BOPI nr. **8/2017**

(41) Data publicării cererii:
28/11/2014 BOPI nr. **11/2014**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE
ASACHI" DIN IAȘI,**
BD. PROF. DIMITRIE MANGERON NR.67,
IAȘI, IS, RO

(72) Inventatori:
• **LEANDRU GHEORGHE BUJOREANU,**
STR. IORDACHE LOZONCHI NR. 10,
BL. C3, AP. 14, IAȘI, IS, RO;
• **GHEORGHE GURĂU,**
STR. ARMATA POPORULUI NR. 18,
BL. LC 6, SC. 2, AP. 21, GALAȚI, GL, RO;
• **IOAN DAN,** STR. BUZEȘTI NR. 61, BL. A6,
SC. A, ET. 8, AP. 55, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;
• **CRISTEL ȘTIRBU,** STR. ȚEPEȘ VODĂ
NR. 3, BL. V2, SC. B, AP. 3, IAȘI, IS, RO;

• **COMĂNECI RADU IOACHIM,**
STR. CIURCHI NR. 103, BL. F6, SC. E,
AP. 11, IAȘI, IS, RO;
• **LOHAN NICOLETA MONICA,**
STR. BUREBISTA NR. 8, BL. 17, SC. B,
AP. 25, PIATRA-NEAMȚ, NT, RO;
• **PRICOP BOGDAN,**
STR. MAREȘAL CONSTANTIN PREZAN,
BL. 102, SC. A, AP. 8, VASLUI, VS, RO;
• **PARASCHIV ADRIAN LIVIU,**
BD. ROMAN MUȘAT BL. 3, SC. H, AP. 234,
ROMAN, NT, RO;
• **SURU MARIUS GABRIEL,**
STR. SUCEDAVA BL. 8, SC. B, AP. 24,
ROMAN, NT, RO;
• **GURĂU CARMELA,**
STR. ARMATA POPORULUI NR. 18,
BL. LC6, SC. 2, AP. 21, GALAȚI, GL, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 5779369; US 6354566 B1

(54) **ELEMENT CU DEPLASARE AXIALĂ REGLABILĂ TERMIC,
DIN ALIAJ CU MEMORIA FORMEI, TIP Fe-Mn-Si-Cr**



Invenția se referă la un produs sub forma unui element multifuncțional, cu comportament de tip superelasic și cu revenire reținută, obținut dintr-un aliaj cu memoria formei, pe bază de Fe-Mn-Si, și folosit pentru controlul/compensarea deplasării și încărcării axiale în ansambluri mecanice cum ar fi axele/arborii portanți cu rulmenți (radial-)axiali.

Sunt cunoscute aplicații utilizând efectul de memoria formei cu revenire reținută, ale unor aliaje cu memoria formei, pe bază de Fe-Mn-Si, capabile să genereze tensiuni mecanice atunci când sunt încălzite, fiind menținute în stare deformată, care s-au dezvoltat sub forma aliajelor Fe-28 Mn-6 Si-5 Cr și Fe-14 Mn-5 Si-9 Cr-5 Ni, din care, în prezent, sunt produse trei tipuri de aplicații comerciale: 1 - cuplaje de conducte, sub forma unor manșoane cilindrice care strâng capele de conducte, prin încălzire; 2 - benzi sub formă de os de pește, pentru asamblarea liniilor de macarale, care sunt montate în stare alungită, fiind fixate cu șuruburi de capetele de linie pe care le strâng, prin încălzire directă, și 3 - tije de pre-comprimare a cărămizilor, care sunt stampate în stare alungită, în interiorul cărămizilor pe care le comprimă în timp ce sunt încălzite prin efect de microunde (T. Sawaguchi et al., "Development of prestressed concrete using Fe-Mn-Si-based shape memory alloys containing NbC", Mater. Trans. 47(3), 2006, 580-583).

Este cunoscut, din documentul **US 6354566 B1**, și un capac metalic din aliaj cu memoria formei, tip Fe-Si-Mn, ce are cel puțin o porțiune convexă care este presată și configurată în formă de arc-disc.

Aceste soluții prezintă următoarele dezavantaje:

- funcționalitatea lor este limitată la realizarea unor îmbinări permanente care necesită pre-deformare, înaintea utilizării propriu-zise, și care, de regulă, trebuie distruse pentru desfacerea ansamblului;

- singurul mod în care se poate declanșa funcționarea acestor aplicații este încălzirea, urmată de răcire, pentru asigurarea creșterii forței de strângere;

- principiul de funcționare al aplicațiilor cu revenire reținută se bazează pe o declasare (strângere, fixare) unică, neexistând posibilitatea utilizărilor multiple (ciclice).

Dezavantajele altor soluții de control/compensare a deplasării axiale sunt:

- se realizează prin rotirea unui șurub, astfel încât controlul forței, de exemplu, la încărcarea rulmenților axiali, depinde de numărul de (fracțiuni de) rotații efectuate manual;

- forța de compensare, aplicată prin intermediul unui arc pretensionat cu ajutorul unei piulițe, este maximă la începutul cursei, după care se relaxează treptat, dezvoltând forțe descrescătoare.

Este cunoscut, de asemenea, din documentul **US 5779369**, un aparat de control al încărcării lagărelor și un arc-disc tronconic din aliaj cu memoria formei, de generare a forței de pre-încărcare a lagărului astfel încât această forță să fie ajustată în funcție de temperatura lagărului.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unei noi aplicații a AMF pe bază de Fe-Mn-Si, sub forma unui element multifuncțional capabil să compenseze continuu deplasările axiale, care să permită o funcționare ciclică, și să genereze sarcini axiale controlate prin efect de memoria formei (EMF), cu revenire reținută, generat la încălzire-răcire, după pre-deformare.

Elementul cu deplasare axială reglabilă termic, din aliaj cu memoria formei, tip Fe28-Mn6-Si5-Cr, conform invenției, rezolvă această problemă tehnică prin aceea că are formă conică, cu înălțimea h_0 , grosimea g , diametrul mic interior d , diametrul mare exterior D și conicitatea de 5° , și prezintă un gradient de duritate pe suprafața conică exterioară, care crește de la diametrul mic spre diametrul mare, fiind obținut prin deformare plastică severă, tip torsiune cu presiune ridicată, care îi conferă reacție de tip superelasic la comprimare, reproductibilă prin ciclare mecanică, cu palier al forței de comprimare atât la încărcare, cât și la descărcare.

Invenția prezintă următoarele avantaje:	1
- are caracter multifuncțional, datorită comportamentului de tip superelasic la încărcare-descărcare, prin comprimare, și forței de împingere axială pe care o dezvoltă prin efect de memorie a formei cu revenire reținută, la încălzire-răcire în stare deformată;	3
- prin comportamentul de tip superelasic, permite controlul deplasării axiale atât la încărcare, când poate compensa deplasări (jocuri) apreciabile sub efectul unor forțe corespunzătoare palierului de încărcare, cât și la descărcare, când poate atenua scăderea bruscă a forței (șocului de descărcare) la atingerea palierului de descărcare;	5
- prin efect de memorie a formei, cu revenire reținută, poate genera forțe de compresie, necesare (pre)încărcării axiale, a căror valoare maximă poate fi controlată prin numărul de cicluri de încărcare-descărcare la compresie, efectuate anterior;	7
- permite solicitări multiple, nelimitate la o utilizare unică;	9
- nu necesită acționare manuală;	11
- forța de împingere axială poate fi menținută constantă, și nu atinge valoarea maximă la începutul cursei.	13
Invenția este prezentată pe larg în continuare, în legătură și cu fig. 1...6, ce reprezintă:	15
- fig. 1, secțiune transversală prin elementul cu deplasare axială reglabilă termic, conform invenției;	17
- fig. 2, diagrama forță-deformație de comprimare a elementului cu deplasare axială reglabilă termic, conform invenției;	19
- fig. 3, diagrama: forță-deformație-temperatură a elementului cu deplasare axială reglabilă termic, conform invenției;	21
- fig. 4, diagrama forță-deformație la ciclurile de obținere a comportamentului de tip superelasic, pentru elementul cu deplasare axială reglabilă termic, conform invenției;	23
- fig. 5, diagrama: forță de recuperare-temperatură la evidențierea efectului de memorie a formei, cu revenire reținută;	25
- fig. 6, exemplu de utilizare a elementului cu deplasare axială reglabilă termic, conform invenției, pentru compensarea uzurii rulmenților (radiali-)axiali.	27
Conform invenției, elementul cu deplasare axială reglabilă termic, multifuncțional, are forma constructivă ilustrată în fig. 1, și este executat din AMF Fe28-Mn6-Si5-Cr, printr-un procedeu de deformare plastică severă, în varianta: torsiune la presiune înaltă, prin care se realizează un gradient de duritate în sens crescător, de la diametrul mic la diametrul mare, ceea ce permite cumulara comportamentului elastic al arcurilor-disc cu memorie mecanică (superelasticitate), cu comportamentul de memorie termică (EMF cu revenire reținută), caracteristic aliajelor cu efect de memorie a formei, superelasticitatea fiind asociată, conform fig. 2, cu prezența palierelor forței de comprimare, pe diagrama forță-deformație de comprimare, atât pe porțiunea de încărcare: B_1C_1 , cât și pe cea de descărcare: C_2B_2 , și cu posibilitatea ciclării mecanice, care cumulează deformația produsă în fiecare ciclu, exprimată prin diferența dintre deformațiile punctelor A_2 și A_1 , efectul de memorie a formei cu revenire reținută permițând dezvoltarea, după aplicarea unui ciclu incomplet de încărcare ABC, și menținerea în starea deformată corespunzătoare punctului C, a unei forțe de comprimare (împingere) CE, generată la încălzire, mai mare decât cea aplicată la deformare (fig. 3).	29
Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției considerând obținerea, prin deformare plastică, varianta: torsiune la presiune înaltă, a unui element multifuncțional, cu forma generică dată în fig. 1, caracterizat, după modelul arcurilor disc, prin raportul de formă $(h_0 - g)/g = 2,8$ și conicitatea $\alpha = 5^\circ$, element care prezintă, pe suprafața tronconică exterioară, o duritate care crește de la 322 HV, în zona diametrului mic, până la 366 HV, în zona diametrului mare.	31
	33
	35
	37
	39
	41
	43
	45
	47
	49

1 În urma testării la compresiune, pe parcursul a 5 cicluri de încărcare-descărcare, s-a
obținut comportamentul de tip superelastice prezentat în fig. 4, care nu a mai fost obținut la
3 aliajele cu memorie a formei, pe bază de Fe-Mn-Si, unde palierul forței sunt situate la circa
9 daN, forța maximă aplicată elementului multifuncțional fiind mai mică de 35,5 daN, iar
5 deformația totală fiind de aproximativ 0,25 mm.

Pentru evidențierea efectului de memorie a formei, cu revenire reținută, conform
7 fig. 5, discul deformat este încărcat până la 10 daN (deasupra palierului) și încălzit până la
180°C, sub deformare constantă, timp în care elementul dezvoltă o forță care crește peste
9 37 daN, adică mai mult decât forța maximă aplicată la deformare.

Un exemplu de utilizare practică a elementelor multifuncționale pentru compensarea
11 uzurii rulmenților (radiali-)axiali este ilustrat în fig. 6, unde forța de împingere axială este
transmisă pe inelul exterior, fig. 6(a), sau pe cel interior, fig. 6(b), al rulmentului radial-axial,
13 elementele multifuncționale **1** fiind introduse într-un ghidaj exterior **4** care poate exercita forța
de împingere axială asupra inelului exterior al rulmentului **6** sau asupra celui interior **7**, prin
15 intermediul unei șaibe de împingere **9**, după ce a fost pretensionat cu piulița **8**, accesul la
ansamblul care contribuie la pre-încărcarea rulmentului montat pe arborele fixat axial **3** fiind
17 asigurat de capacul **5**, fixat pe carcasa **2**.

Prin controlul raportului de formă (h_0-g)/g, între valorile 0,5 și 2, se pot obține
19 elementele multifuncționale cu grosimea de perete **g** mai mare, care sunt capabile să
dezvolte forțe de recuperare mai mari, sau se pot asambla mai multe elemente, în cadrul
21 unor sisteme modulare, capabile să dezvolte deplasări precise, pentru compensarea
auto-adaptivă a jocului produs de uzură, care apare într-o serie de organe de mașini, cum
23 ar fi rulmenții axiali cu bile, în anumite condiții de funcționare.

Revendicări

- | | |
|--|-------------|
| | 1 |
| 1. Element cu deplasare axială reglabilă termic, din aliaj cu memoria formei, tip Fe-Mn-Si-Cr, având formă conică, cu înălțimea h_0 , grosimea g , diametrul mic interior d și diametrul mare exterior D , caracterizat prin aceea că este obținut din aliaj Fe28-Mn6-Si5-Cr cu memoria formei, prin deformare plastică severă, tip: torsiune cu presiune ridicată, are conicitatea de 5° și prezintă un gradient de duritate pe suprafața conică exterioară, care crește de la diametrul mic spre diametrul mare. | 3
5
7 |
| 2. Element cu deplasare axială, conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că are reacție de tip superelastice la comprimare, reproductibilă prin ciclare mecanică, cu palier al forței de comprimare atât la încărcare, cât și la descărcare. | 9
11 |

(51) Int.Cl.
F16F 1/41 (2006.01).
C22F 1/00 (2006.01).
C21D 6/00 (2006.01)

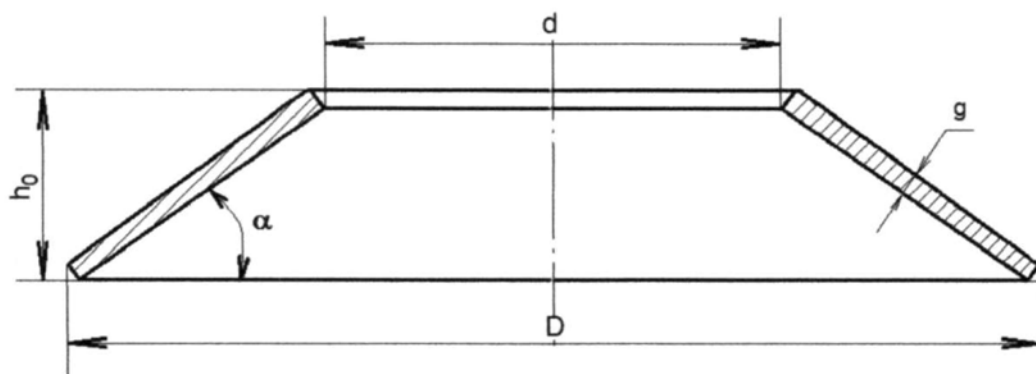


Fig. 1

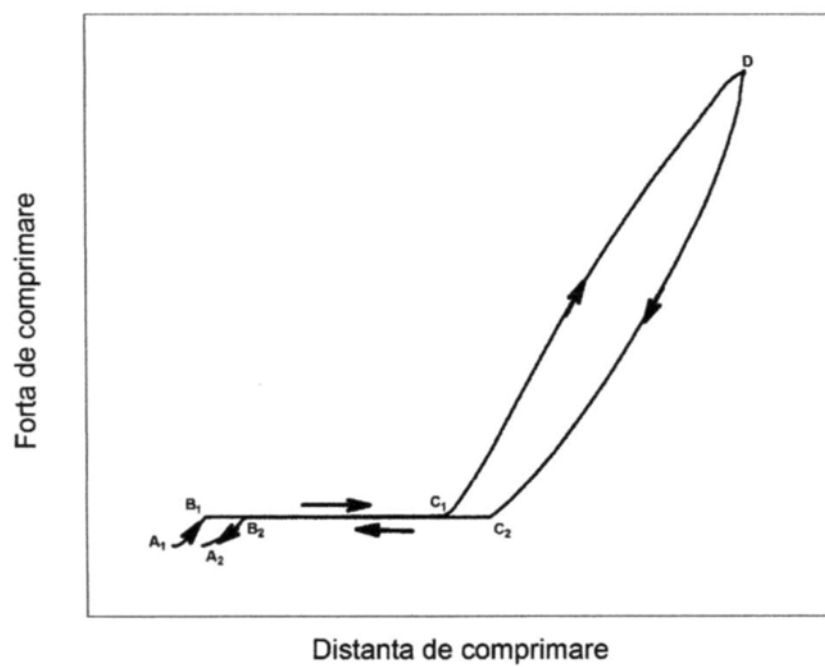


Fig. 2

(51) Int.Cl.

F16F 1/41 (2006.01);

C22F 1/00 (2006.01);

C21D 6/00 (2006.01)

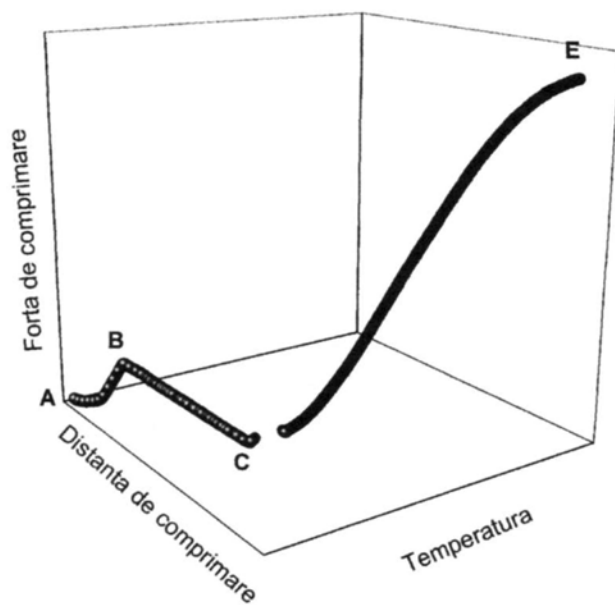


Fig. 3

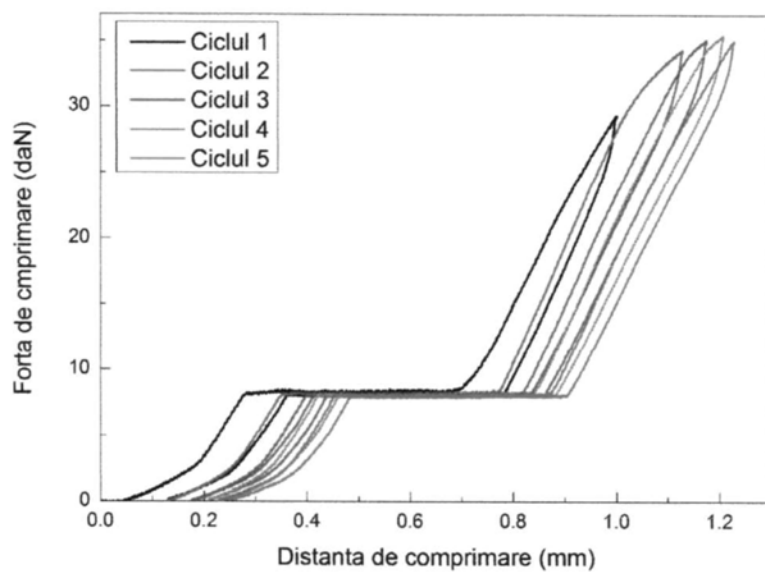


Fig. 4

(51) Int.Cl.
F16F 1/41 (2006.01).
C22F 1/00 (2006.01).
C21D 6/00 (2006.01)

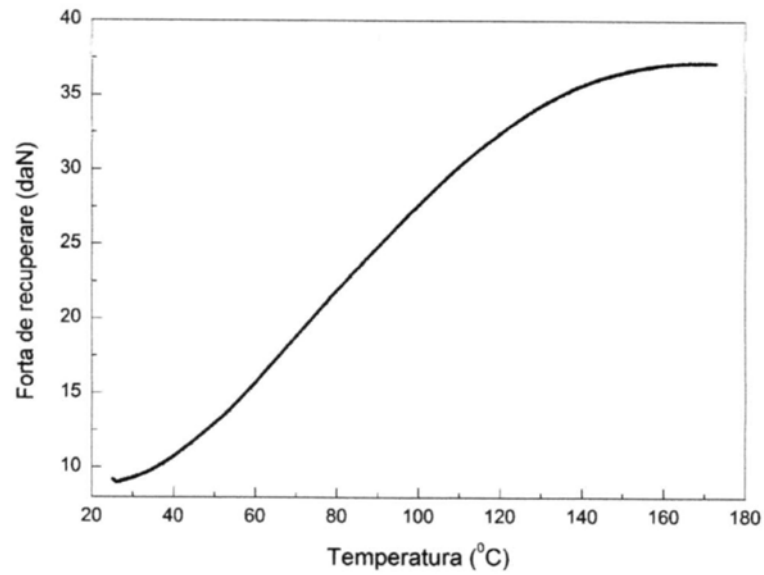


Fig. 5

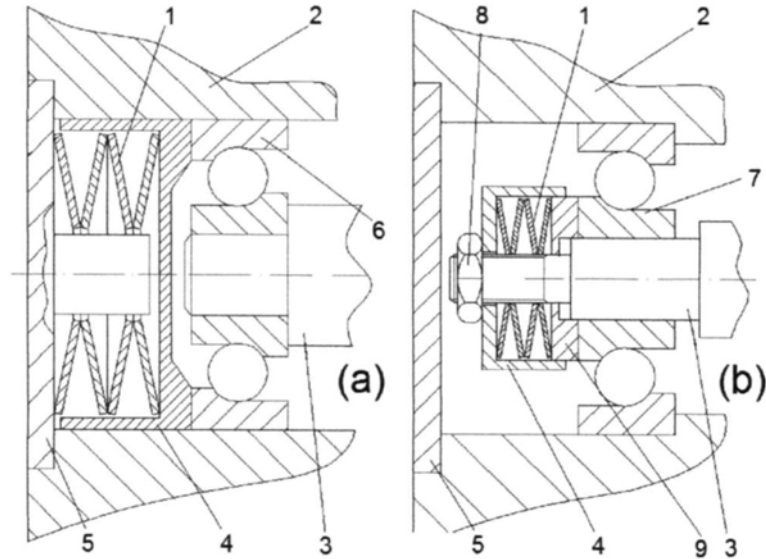


Fig. 6



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
 Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
 sub comanda nr. 397/2017