



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată  
în termen de 6 luni de la data publicării

(21) Nr. cerere: **94-01078**

(22) Data de depozit: **22.06.1994**

(30) Prioritate:

(41) Data publicării cererii:

BOPI nr.

(42) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului:

**30.08.2004**

BOPI nr. **8/2004**

(45) Data eliberării și publicării brevetului:

BOPI nr.

(61) Perfecționare la brevet:  
Nr.

(62) Divizată din cererea:  
Nr.

(86) Cerere internațională PCT:  
Nr.

(87) Publicare internațională:  
Nr.

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**RO 80214; US 5419484**

(71) Solicitant: **RĂDULESCU R. ȘTEFAN, BUCUREȘTI, RO**

(73) Titular: **RĂDULESCU R. ȘTEFAN, BUCUREȘTI, RO**

(72) Inventatori: **RĂDULESCU R. ȘTEFAN, BUCUREȘTI, RO**

(74) Mandatar:

(54) **ÎMBINARE PRIN SUDURĂ ALUMINOTERMICĂ A ȘINELOR DE RULARE**

(57) **Rezumat:** Invenția se referă la o îmbinare cu rezistență crescută la oboseală prin sudură aluminotermică, a șinelor de rulare pentru trenuri sau tramvaie, dar putându-se aplica în toate cazurile când se pune problema îmbinării prin sudură aluminotermică a unor profile alungite. În vederea creșterii rezistenței la oboseală, a îmbinării respective, aceasta este astfel realizată, încât raportul  $H_i^2/H_c^2 - 1$  fără a fi mai mic de 0,8, unde  $H_i$  și  $H_c$  sunt distanțele de la axa neutră a îmbinării la exteriorul tălpii și, respectiv, cel al ciupercii. Distanța ( $H_i$ ) dintre muchiile interioare ale ciupercii și tălpii îmbinării este menținută cel puțin egală cu cea a șinelor de îmbinat, iar în vederea păstrării rectilinității părții superioare a șinei de rulare, diferența de înălțime dintre profilul existent al șinei și cel al îmbinării se evidențiază numai în partea inferioară a tălpii îmbinării, racordarea celor două

profile diferite, cel al îmbinării prin sudură cu cel al șinelor de rulare realizându-se din condiții tehnologice.

Revendicări: 1

Figuri: 4

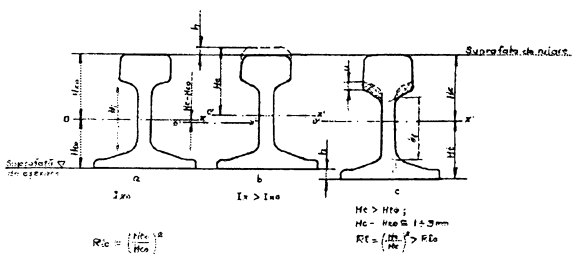


Fig. 1

RO 111255 B1



# RO 111255 B1

Invenția se referă la o îmbinare cu rezistență crescută la oboseală, prin sudură aluminotermică a șinelor de rulare, utilizate pentru trenuri sau tramvaie, dar care este posibilă în toate cazurile când se pune problema îmbinării prin sudură aluminotermică a unor profile alungite.

5 Este cunoscut procedeul de îmbinare cap la cap, prin sudură aluminotermică, a șinelor, constând dintr-o formă în care se introduc capetele șinelor de rulare, după care se toarnă în formă metalul fierbinte, ce realizează topirea capetelor șinelor și, în consecință, îmbinarea lor.

10 Este, de asemenea, cunoscută o formă pentru sudarea aluminotermică a șinelor de rulare, alcătuită din două semiforme identice, simetrice față de un plan axial de simetrie al șinelor de rulare. Aceste forme copiază, de obicei, profilul șinelor de rulare și sunt uneori prevăzute, în regiunea mediană a cavității lor, cu adâncituri suplimentare, ce permit obținerea unor nervuri în zona sudurii propriu-zise, în vederea creșterii modulului de rezistență al secțiunii și, implicit, a rezistenței la rupere.

15 Această nervurare a porțiunii de sudură se face de obicei constructiv, fără optimizarea ei în funcție de rezistența la oboseală a îmbinării.

Profilul îmbinării prin sudură la sudarea aluminotermică a capetelor de șină de rulare copiază, deci, profilul șinei, fiind uneori întărit cu niște nervuri laterale.

20 Datorită rezistenței la oboseală a îmbinărilor mai mici decât rezistența la oboseală a șinei de rulare și, de asemenea, mai mici decât orice altă îmbinare prin sudură cap la cap a șinelor respective, se produce ruperea acestor îmbinări, mai ales în partea inferioară a lor, adică în zona tălpii.

25 Problema care se pune constă în realizarea unei îmbinări, prin sudura aluminotermică, a două capete de șină alăturate, care să aibă o rezistență la oboseală egală cu rezistența la oboseală a șinei, sau cel puțin apropiată de ea.

30 Invenția rezolvă problema de mai sus prin aceea că îmbinarea este astfel realizată, încât raportul  $H_t^2/H_c^2 \rightarrow 1$ , fără a fi mai mic de 0,8, unde  $H_t$  și  $H_c$  sunt distanțele de la axa neutră a îmbinării la exteriorul tălpii și, respectiv, al ciupercii îmbinării, distanța ( $H_t$ ) dintre muchiile interioare ale ciupercii și tălpii îmbinării este menținută cel puțin egală cu cea a șinelor de îmbinat, iar în vederea păstrării rectilinității părții superioare a șinei de rulare, diferența de înălțime dintre profilul existent al șinei și cel a îmbinării se evidențiază numai în partea inferioară a îmbinării, adică în zona tălpii, racordările celor două profile diferite, adică cel al îmbinării propriu-zise cu șinele de rulare, realizându-se în condiții tehnologice.

35 Îmbinarea prin sudură conform invenției are ca prim avantaj faptul că rezistența la oboseală a îmbinării crește sensibil.

40 În cel de-al doilea rând, se îmbunătățește și calitatea îmbinării și cea a zonelor adiacente acesteia, deoarece, datorită coborârii nivelului tălpii îmbinării sub nivelul tălpilor șinelor de îmbinat, la turnarea materialului în formă, tălpile șinelor se încălzesc și apoi se topesc, începând de la partea cea mai de jos a lor. Aceasta datorită cavității centrale de sudură, care are nivelul mai coborât decât al porțiunilor de talpă ale șinelor ce se assemblează, și care se umple cu oțel lichid chiar de la declanșarea operației de turnare.

Invenția va fi în continuare ilustrată, cu referire la desenele însoțitoare, în care:

- 45
- fig.1 este reprezentarea schematică a noii îmbinări prin sudura aluminotermică, iar fig.2...4 reprezintă dispozitivul de sudură (forma) folosit pentru noua îmbinare, în care:
  - fig.2 este o vedere jumătate secțiune după planul II-II, conform fig.3;
  - fig.3 este o vedere secționată după planul III-III, conform fig.2;
  - fig.4 este o vedere laterală internă a unei jumătăți a dispozitivului de aplicare.

50 Pentru lămurirea fenomenelor de oboseală ce apar în cadrul unor profile solicitate la încovoiere, se pleacă de la o grindă simplu rezemată, acționată de o forță de oboseală  $P_{ob}$ , ce dezvoltă în grindă un moment încovoiător  $M_i$ , echivalat de momentul eforturilor unitare normale ale grinzii, nule în axa neutră și maxime în fibrele cele mai îndepărtate.

# RO 111255 B1

Ecuția generală este:  $M_t = \int \sigma \cdot dy \cdot d\Omega$

pe care, dezvoltând-o, se obține:  $M_{ob.sp.c} = \sigma_{ob.c} \cdot H_c \cdot \omega$  (Kg.mm) (1)

în care:  $M_{ob.sp.t} = \sigma_{ob.t} \cdot H_t \cdot \omega$  (Kg.mm)

$\omega \rightarrow 1 \text{ mm}^2$ , ca suprafață minimă luată în calcul;

$H_c, H_t$ , reprezintă înălțimile de la axa neutră la cele două extremități verticale ale secțiunii grinzii;

$\sigma_{ob.c}, \sigma_{ob.t}$ , reprezintă eforturile unitare normale de oboseală, maxime la cele două extremități verticale ale secțiunii;

$M_{ob.sp.c}, M_{ob.sp.t}$ , reprezintă momentele de oboseală specifice la extremitățile verticale ale secțiunii. În continuare, au fost denumite specifice, căci se referă la suprafața minimă, ce tinde către  $1 \text{ mm}^2$  și care se găsește la înălțimea H.

Se definește ca raport de încărcare la oboseală raportul subunitar dintre cele două momente de oboseală specifice:

$$R_{f.ob} = M_{ob.sp.t} / M_{ob.sp.c} \leq 1 \quad (2)$$

Luând eforturile unitare normale după formulele lui Navier și introduse în formulele (1), ia naștere o altă expresie a raportului de încărcare la oboseală:

$$R_{f.ob} = H_t^2 / H_c^2 \quad (3)$$

Egalând cele două expresii ale  $R_{f.ob}$ , se ajunge la:

$$\sigma_{ob.t} / \sigma_{ob.c} = H_t / H_c = \sqrt{R_{f.ob}} = R'_{f.ob} \quad (4)$$

în care prima egalitate a expresiei arată corespondența raporturilor dintre eforturile unitare normale de oboseală și cel al înălțimilor grinzii față de axa neutră orizontală.

Dacă se ia cel mai mare dintre eforturile unitare normale de oboseală ca efort unitar de oboseală admisibil (după cubele lui Wöhler), adică  $\sigma_{ob.c} = \sigma_{ob.adm.}$ , se află:

$$\sigma_{ob.t} = \sigma_{ob.adm.} \cdot H_t / H_c$$

care arată că valoarea efortului unitar de oboseală la talpă scade față de efortul unitar de oboseală admisibil cu valoarea raportului  $H_t / H_c$ .

Dacă se ia  $R_{f.ob} = 1$ , adică  $H_t = H_c = H/2$ , unde H este înălțimea totală a secțiunii, iar  $M_{ob} = M_{ob.adm.}$  pentru  $N \geq 2, 1 \cdot 10^6$  cicluri de oscilații, se poate scrie, la modul general, după formulele (1), că:

$$M_{ob.adm.} = \sigma_{ob.adm.} \cdot H/2 \cdot \omega, \text{ sau } \sigma_{ob.adm.} = 2 M_{ob.adm.} / H \cdot \omega$$

care arată că, dacă  $M_t = W_x \cdot \sigma_{ob.adm.}$  crește cu mărirea lui  $W_x$ , respectiv cu  $H^2$  (formula lui Navier), efortul unitar de oboseală admisibil scade cu creșterea înălțimii H a secțiunii. În aceleași condiții ca mai sus,  $M_{ob.adm.}$  constituie o nouă caracteristică a materialului folosit, fiind aproximat experimental la 1520 kg.mm pentru un material aluminotermic (turnat), cu  $\sigma_r = 90 \text{ Kg.f/mm}^2$  la un efort unitar admisibil  $20 \text{ kg/mm}^2$  și un număr de cicluri  $N_{sud} \geq 2, 1 \times 10^6$ .

Variabile în ecuația de mai sus rămân  $\sigma_{ob.adm.}$  și  $H/2$ , al căror produs dă constantele amintite. Dacă se renunță la condiția pusă, atunci ecuația de bază capătă forma:  $M_{ob.adm.} = \sigma_{ob.c} \cdot H_c \cdot \omega$  și servește la dimensionare,  $M_{ob.adm.}$  păstrându-și valoarea constantă.

În acest mod, se realizează următoarele obiective:

1. Prin mărirea secțiunii sudurii, respectiv a momentului ei de inerție, în concordanță cu mărirea raportului de încărcare la oboseală, noua geometrie a sudurii poate prelua un efort de oboseală mediu, cu 14% mai mare decât dacă s-ar fi luat în considerare numai creșterea momentului de inerție. De asemenea, faptul că secțiunea sudurii este mai înaltă decât cea a șinelor adiacente, permite obținerea unei sudări ce afectează benefic partea inferioară a tălpii șinei.

2. Dispozitivul de aplicare, forma, are o dublă împărțire a cavității de sudură, în trei părți, atât pe orizontală, cât și pe verticală, pentru a putea permite realizarea modificării geometriei sudurii, principalul punct al invenției.

# RO 111255 B1

100 3. În cazul sudării șinelor cap la cap, prin procedeul aluminotermic, se va ține seama ca mărirea momentului de inerție a părții centrale a sudurii să se facă în primul rând prin adăugarea de material topit la partea superioară a ciupercii sudurii, pe toată lățimea ei și de o anumită înălțime, calculată astfel ca odată cu mărirea momentului de inerție a sudurii, să-i crească și valoarea raportului de încărcare la oboseală. În acest mod, sporirea rezistenței la oboseală se va face simultan, prin două procedee: mărirea momentului de inerție și mărirea raportului de încărcare la oboseală a celor două jumătăți ale secțiunii sudurii.

105 4. Raportul de încărcare la oboseală a celor două jumătăți ale secțiunii profilului față de axa ei neutră orizontală, dat de expresia (3), raport definit ca subunitar și rezultat din momentele de oboseală specifice sau din pătratele înălțimilor secțiunilor față de axa lui neutră, orizontală, trebuie să fie cuprins între 0,8 și 1, necesar mării sarcinii la oboseală, sau sporirii numărului de oscilații în exploatare (tonajul rulat).

110 În fig.1a este arătat profilul unei șine de tip greu, cu momentul de inerție  $I_{x_0}$  și cu  $H_{co} > H_{to}$ . Pentru a crește momentul de inerție al sudurii de la  $I_{x_0}$  la  $I_x$ , i se adaugă, la partea superioară a ciupercii sudurii și pe toată lățimea ei, o bandă de material de înălțime  $h$ , care va face ca  $H_c$  să crească cu puțin față de  $H_{co}$ , în schimb crește mult  $H_t$  față de  $H_{to}$ , ținând seama de noua poziție a centrului de greutate, respectiv de noua axă o'-x', ducând în final la  $I_x > I_{x_0}$ , așa cum se vede în fig.1b. Pentru continuitatea suprafeței de rulare a ciupercii șiinei sudate, întreaga secțiune de sudură majorată se coboară cu înălțimea  $h$  a benzii de material adăugat, făcând prin aceasta ca diferența dintre axa o-x inițială și axa o'-x' finală să fie foarte mică (de ordinul a 1...3 mm), în schimb diferența dintre profile să se manifeste la partea inferioară a tălpii șiinei, fiind egală cu  $h$ , așa cum se vede în fig.1a și 1c. Creșterea momentului de inerție  $I_x$  este evidentă prin creșterea înălțimii întregului profil, iar creșterea raportului de încărcare la oboseală  $R_{f.ob} = H_t^2/H_c^2$  este îmbunătățită prin creșterea majoră a lui  $H_t$  față de  $H_c$ .

125 Realizarea practică a noii îmbinări prin sudură, în care înălțimea inimii profilului sudat rămâne constantă (diferența între partea inferioară a ciupercii și partea superioară a tălpii sudurii) este arătată în fig.2...4.

În aceste desene este reprezentat dispozitivul de aplicare (forma) pentru realizarea unei suduri aluminotermice cu nervură redusă.

130 Dispozitivul este alcătuit din două semiforme 1a și 1b (fig.2), având realizate intern o cavitate de sudură 3, corespunzătoare profilului capetelor de șină 2, pe care le îmbracă, în vederea sudării lor. Cavitatea de sudură este alcătuită pe verticală dintr-o porțiune de ciupercă 4, dintr-o porțiune de inimă 5 și o porțiune de talpă 6. De asemenea, semiformele mai au câte un canal ridicător 9, dispus paralel cu cavitatea de sudură și care pornește de sub porțiunea de talpă, păstrându-și forma și secțiunea până la baza inferioară a porțiunii de ciupercă, de unde își mărește secțiunea, pentru a corespunde secțiunii majorate a ciupercii profilului. Partea superioară a canalului ridicător este închisă de un miez 11, în care este practicată o fantă alungită 10 (fig.3), având rol de ventilare a canalului ridicător în timpul turnării și de solidificare a oțelului răcit, când acesta, după ce a umplut canalul ridicător, ajunge în dreptul acestei fante. Cavitatea de sudură și fiecare din aceste două canale ridicătoare ale formei sunt legate între ele prin câte două canale de trecere, 7 și 8, conform fig.3 și 4. La partea superioară a cavității de sudură se află gurile de aerisire 13, reprezentate în fig.2 și 4, situate sub miezul 14, care are rolul de a diviza șuvoiul de oțel central, ce cade dintr-un creuzet situat deasupra formei, în alte două mai mici, laterale, datorită canalelor 12.

145 Ceea ce are deosebit această formă față de altele asemănătoare este cavitatea de sudură 3. Pe orizontală, aceasta este divizată în trei cavități, din care una centrală 15, majorată în zona porțiunii de ciupercă și coborâtă în întregime cu aceeași înălțime cu care a fost

# RO 111255 B1

majorată, pentru păstrarea continuității suprafeței de rulare, și din alte două laterale, în care se găsesc capetele de șină. Cavitățile centrală majorată, împreună cu cele două laterale, sunt racordate între ele în partea inferioară a porțiunii de ciupercă și, de asemenea, în părțile superioară și inferioară a porțiunii de talpă. În acest mod se păstrează, în partea centrală a cavității de sudură, înălțimile porțiunii de inimă și de talpă la valorile lor inițiale (fig.4). 150

Prin această coborâre, sudura centrală rezultată, deși este mai înaltă decât capetele de șină îmbinate prin sudură, va fi la același nivel superior cu acestea, diferența manifestându-se numai la partea lor inferioară. 155

Procesul de turnare a oțelului și de ventilare a formei, prin racordările care se fac în interiorul cavității de sudură, atât în partea inferioară a ciupercii șinei cât mai ales în zona tălpii, creează posibilitatea realizării unui proces de sudură, în care tălpile șinelor se încălzesc și apoi se topesc începând de dedesubtul lor, datorită cavității centrale de sudură, care are nivelul inferior mai coborât decât al porțiunilor de talpă al șinelor și care se umple cu oțel lichid chiar de la declanșarea operației de turnare. Acest proces de realizare a sudurii conduce la o siguranță maximă a asamblării șinelor prin acest procedeu aluminotermic, în primul rând în zona tălpii, partea de șină cea mai sollicitată la oboseală. 160

Noua îmbinare de sudură aluminotermică nu deranjează realizarea sudurilor în cale, datorită faptului că sudurile aluminoterice se efectuează între traverse, existând suficient spațiu pe verticală pentru a prelua diferențele cerute. 165

## Revendicare

Îmbinare prin sudură aluminotermică a șinelor de rulare, **caracterizată prin aceea** că, în vederea creșterii rezistenței acesteia la oboseală, este astfel realizată, încât raportul  $H_t^2/H_c^2 \rightarrow 1$ , fără a fi mai mic de 0,8, unde  $H_t$  și  $H_c$  sunt distanțele de la axa neutră a îmbinării la exteriorul tălpii și, respectiv, cel al ciupercii îmbinării, distanța ( $H_t$ ) dintre muchiile interioare ale ciupercii și tălpii îmbinării este menținută cel puțin egală cu cea a șinelor de îmbinat, iar în vederea păstrării rectilinității părții superioare a șinei de rulare, diferența de înălțime dintre profilul existent al șinei și cel al îmbinării se evidențiază numai în partea inferioară a tălpii îmbinării, racordarea celor două profile diferite, cel al îmbinării prin sudură cu cel al șinelor de rulare, realizându-se în condiții tehnologice. 170 175

Președintele comisiei de examinare: **ing. Vasile Poenaru**

Examinator: **ing. Paul Andronache**

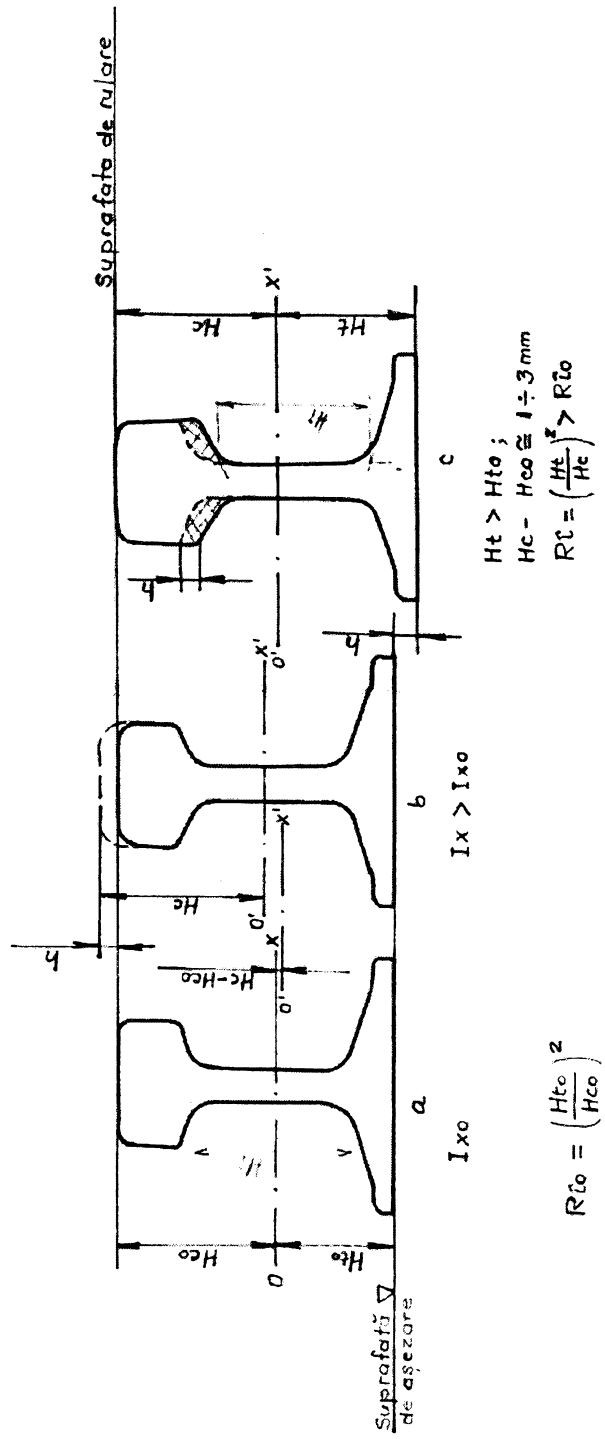


Fig. 1

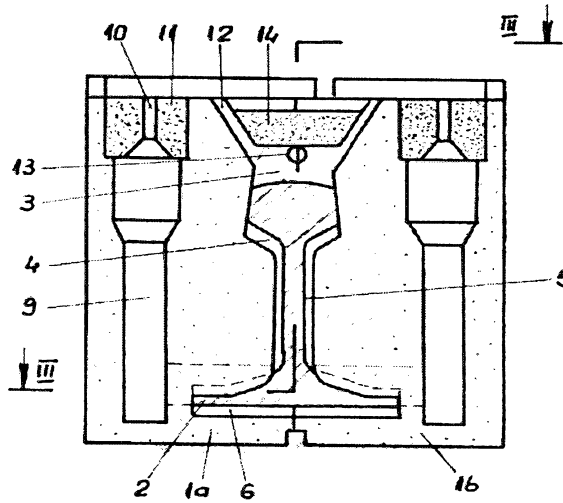


Fig. 2

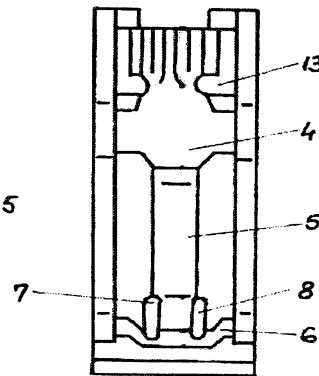


Fig. 4

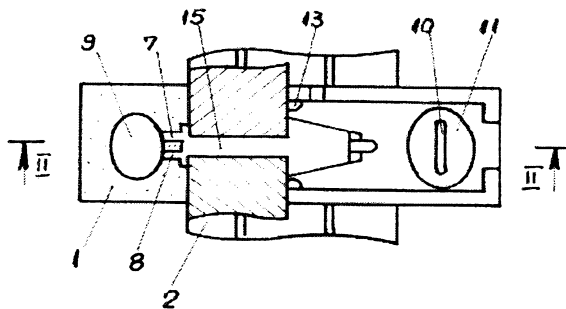


Fig. 3