

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2013 00295

(22) Data de depozit: 11.04.2013

(41) Data publicării cererii:  
30.10.2014 BOPI nr. 10/2014

(71) Solicitant:  
• CORABIERU PETRICĂ, STR. SALCIILOR  
NR. 24, BL. 813, ET. 3, AP. 15, IAȘI, IS, RO;  
• VASILESCU DAN DRAGOȘ,  
STRADELA CANTA NR.14, BL.451, AP.19,  
IAȘI, IS, RO;  
• CORABIERU ANIȘOARA,  
STR. SALCIILOR NR. 24, BL. 813, ET. 3,  
AP. 15, IAȘI, IS, RO

(72) Inventatori:  
• CORABIERU PETRICĂ, STR. SALCIILOR  
NR. 24, BL. 813, ET. 3, AP. 15, IAȘI, IS, RO;  
• VASILESCU DAN DRAGOȘ,  
STRADELA CANTA NR.14, BL.451, AP.19,  
IAȘI, IS, RO;  
• CORABIERU ANIȘOARA,  
STR. SALCIILOR NR. 24, BL. 813, ET. 3,  
AP. 15, IAȘI, IS, RO

(54) PROCEDEU ȘI PASTĂ DE ADERENȚĂ PENTRU  
REALIZAREA PIESELOR METALICE MULTISTRAT

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu pentru realizarea pieselor metalice multistrat, prin imersie și centrifugare verticală, și la o pastă de aderență folosită pentru aplicarea procedeeului, depunerea straturilor metalice făcându-se prin imersia suportului de oțel în stare solidă în topiturile de Cu, Al, Ni sau Cr. Procedeu conform invenției are trei faze:

a. pregătirea suportului (13) de oțel prin curățare, decapare, depunerea pastei de aderență, depunerea stratului intermediar de legătură prin preîncălzire și pulverizare, precum și pregătirea mașinii (19) de depunere prin imersie și centrifugare verticală, prin verificarea funcționării mecanismelor (1 și 3) de avans vertical și a brațului (5) rabatabil,

b. depunerea metalului pe suportul de oțel prin acționarea motoreductorului (1) care coboară brațul (5) rabatabil, prin intermediul mecanismului (3), și imersează suportul (13) în baia (17) de metal, motorul (9), prin intermediul arborelui (11), rotind suportul (13) până la viteza de rotație de depunere, viteză care este menținută și după ridicarea suportului (13) dintr-o baie (17), în vederea răcirii stratului (14) de metal depus,

c. solidificarea și răcirea controlată a stratului (14) de metal depus, urmată de tratamentul termic final de detensionare. Pasta de aderență conform invenției

este compusă din 55% elemente de protecție contra oxidării, după cum urmează: 14%  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , 14%  $\text{CaO}$ , 11%  $\text{CaF}_2$ , 8%  $\text{CaCl}_2$  și 8% borax, și din 45% elemente de aderență intermediară, după cum urmează: 30% pulbere de Ni, 4%  $\text{CaCO}_3$ , 5%  $\text{BaCO}_3$ , 4%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  și 2% liant.

Revendicări: 2  
Figuri: 3

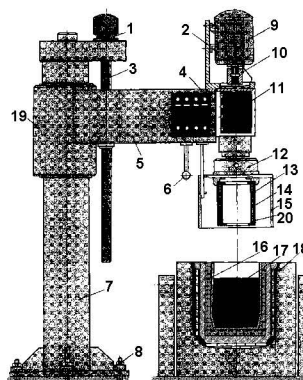


Fig. 1



## PROCEDEU ȘI PASTĂ DE ADERENȚĂ PENTRU REALIZAREA PIESELOR METALICE MULTISTRAT

Invenția se referă la realizarea pieselor metalice multistrat prin imersie și centrifugare verticală. Depunerea straturilor metalice (cupru, aluminiu, nichel, crom) se realizează cu ajutorul energiei termice și mecanice prin îmbinarea materialelor metalice aduse în contact în condițiile presării la temperaturi ridicate. Mecanismul și caracterul îmbinării metalelor în stare lichidă pe suportii de oțel în stare solidă este format din trei etape principale: contopirea parțială a rețelelor cristaline și apariția nodurilor de îmbinare; transformarea nodurilor de îmbinare în punți de coeziune care au energia și mobilitatea caracteristică limitelor de grăunți; transformarea punților de coeziune în zone de trecere concomitent cu intensificarea procesului de difuzie.

Sunt cunoscute procedee de depunere pe suportii de oțel (sudură, brazare, turnare centrifugă, laminare) a materialelor metalice precum cupru, aluminiu, nichel, crom la temperaturi cuprinse între 800 - 1200°C. Aceste procedee permit îmbinarea materialelor metalice pe o anumită adâncime asigurându-se o aderență specifică a stratului depus mai mare de 170 N/mm<sup>2</sup>.

Dezavantajul acestor procedee constă în lipsa unui control riguros asupra potențialului de îmbinare necesar pentru obținerea unor straturi depuse cu o aderență specifică ridicată și o desprindere la solicitarea de îndoire mai mică de 30%.

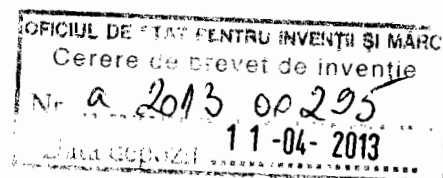
De asemenea, pentru obținerea unor straturi depuse cu aderență ridicată, mai mare de 170 N/mm<sup>2</sup>, sunt necesari timpi îndelungați de depunere și consumuri energetice superioare. Actualmente procedeele de depunere a straturilor metalice pe suportii de oțel, impun producerea mediilor de depunere, fapt care determină necesitatea unor instalații complexe precum generatoarele de atmosferă controlată, instalații de vid tip magnetron și implicit investiții majore.

Problema pe care o rezolva invenția constă în obținerea unor piese multistrat (lagăre, cuzineți, bucșe, axe) prin depunerea unor metale în stare topită pe suportii de oțel aflați în stare solidă. Depunerea se realizează prin imersie și centrifugare verticală utilizând o instalație de depunere având ca părți componente mașina de centrifugare verticală, instalația de decapare și preîncălzire, cuptorul electric cu inducție și instalația de răcire. Consumul energetic față de procedeele cunoscute este scăzut, aderența specifică este îmbunătățită prin utilizarea pastei de aderență și depunerea stratului intermediar de legătură.

Depunerea metalului lichid pe materialul de bază constă în imersia suportului de oțel în baia de metal, ridicarea suportului din baie până la aproximativ jumătate din înălțimea lui și rotirea sa cu o viteză de rotație necesară realizării depunerii. Forța centrifugă care ia naștere prin rotirea suportului în baia de metal, determină repartizarea metalului pe pereții suportului de oțel, aderența stratului și difuzia atomilor la interfața oțel – metal lichid cu formarea zonei interfazice. În condițiile stabilizării mișcării de rotație, masa de metal lichid care se rotește se găsește într-o stare de repaus relativ.

Pe parcursul stabilizării mișcării de rotație, suportul de oțel este ridicat treptat în sus, astfel încât, atunci când s-a atins viteza optimă de depunere, suportul mai este puțin cufundat în baia de metal lichid. Grosimea stratului de metal depus pe suportul de oțel este determinată de viteza de rotație și de lungimea gulerelor de reținere. Grosimea stratului depus este apropiată ca valoare de grosimea stratului depus la partea superioară. Mașina de centrifugare efectuează următoarele operații: fixarea suportului, deplasarea în plan vertical și orizontal a suportului, rotirea suportului în vederea realizării depunerii. Suportul se decapează și se preîncălzește în instalația de decapare și preîncălzire, după care se realizează depunerea stratului intermediar de legătură urmată de imersia în baia metalică. După menținere se ridică suportul până la jumătate din baia de metal și se efectuează depunerea prin rotirea acestuia prin intermediul arborelui principal al mașinii de centrifugare. După efectuarea depunerii se ridică piesa multistrat și se rabate asupra instalației de răcire. Calitatea pieselor multistrat obținute prin imersie și centrifugare verticală depinde de următorii factori: durata procesului de îmbinare, temperatura de îmbinare, viteza de rotație, temperatura stratului intermediar de legătură, concentrația în carbon a suportului de oțel. Prin imersie și centrifugare verticală se obțin piese multistrat având D = 50-250 mm și L=50-250 mm. La temperaturi de îmbinare cuprinse în intervalul 1100-1200 °C există o concordanță optimă între valorile caracteristicilor mecanice, aderența specifică care atinge valori peste 170 N/mm<sup>2</sup> și desprinderea la îndoire mai mică de 30%. Valorile corespunzătoare îmbinărilor metalurgice tari se

FORM. B 01 - cititi Ghidul de completare



obțin la valori ale timpului de îmbinare de 100-160 s. Durata procesului de îmbinare cuprinsă în acest interval influențează pozitiv structura pieselor metalice multistrat, astfel că zona de trecere este prezentată pe toată suprafața de îmbinare, oxizii fiind complet mărunțiți și dizolvați. Viteza de rotație determină direct valoarea presiunii exercitată de forța centrifugă pe suprafața stratului depus, fiind un factor tehnologic principal care influențează direct caracteristicile și structura straturilor depuse.

Invenția este prezentată pe larg în continuare, în legătură cu figurile 1,2 și 3 care reprezintă:

- figura 1. mașina de centrifugare verticală;
- figura 2. configurația piesei multistrat;
- figura 3. foto 1 microstructura piesei multistrat (x200, atac nital 3%).

Procedeul de imersie și centrifugare verticală presupune următoarele faze tehnologice:

- F1 – Alegerea și stabilirea materialelor de bază.
- F 1.1 – Control compoziție chimică.
  - F 1.2 – Control dimensional.
- F 2 – Alegerea și stabilirea materialului depus.
- F 2.1 – Control compoziție chimică.
  - F 2.2 – Încercări mecanice.
- F 3 – Alegerea și stabilirea materialului intermediar.
- F 3.1 – Control compoziție chimică, Ni 95%.
  - F 3.2 – Control granulometric,  $1\mu\text{m} - 0,1\text{ mm.}$
- F 4 – Elaborarea materialului depus.
- F 4.1 – Control compoziție materii prime.
  - F 4.2 – Control compoziție chimică, CuSn10.
  - F 4.3 – Control temperatură, 1250 °C.
  - F 4.4 – Control timp elaborare.
- F 5 – Pregătire mașină de centrifugare verticală.
- F 5.1 – Verificare suport oțel: decapare, preîncălzire.
  - F 5.2 – Verificare dimensiuni suport,  $D=50-250\text{ mm}$ ,  $L= 50-250\text{ mm}$ .
  - F 5.3 – Verificare configurație geometrică.
  - F 5.4 – Verificarea gamei de turație: 100-1600 rot/min.
  - F 5.5 – Verificare funcționare instalație electrică și de comandă (mecanismele de avans vertical și brațul rabatabil.
- F 6 – Depunerea stratului metalic.
- F 6.1 - Depunere pastă de aderență: 55% elemente de protecție contra oxidării + 45% elemente de aderență intermediară.
  - F 6.2 – Depunere strat intermediar de legătură: pulbere Ni 95%, timp depunere 50-150 s.
  - F 6.3 - Imersare și depunere.
  - F 6.4 – Control viteză de rotație, 500 rot/min.
  - F 6.5 – Control temperatură de îmbinare.
  - F 6.6 – Control timp de îmbinare: 100-150 s.
- F 7 – Solidificare și răcire strat depus.
- F 7.1 – Verificare timp răcire cu menținere la viteza de regim: 5-10 min.
  - F 7.2 – Verificare turație de regim, 500 rot/min.
  - F 7.3 – Verificare temperatură.
  - F 7.4 – Protecție antioxidantă.
- F 8 – Tratament termic de detensionare.
- F 8.1 – Verificare temperatură tratament, 600°C.
  - F 8.2 – Verificare timp menținere, 2 min/1 mm grosime.
  - F 8.3 – Verificare viteză de răcire, 40°C/1 h în ulei până la 200°C, restul în aer.
  - F 8.4 – Verificare zona de îmbinare.
- F 9 – Prelucrări mecanice.
- F 9.1 – Control dimensiuni, grosime finală strat depus 4 mm.
  - F 9.2 – Control porozitate.
  - F.9.3 – Control rugozitate.

- F 10 – Încercări mecanice și tehnologice.
- F 10.1 – Microdurate.
  - F 10.2 – Densitate.
  - F 10.3 – Tracțiune:  $R_m=320-350 \text{ N/mm}^2$ ;  $R_{p0,2}=220-240 \text{ N/mm}^2$ ;  $A_5=20\%$ .
  - F 10.4 – Aderență specifică;  $q>170 \text{ N/mm}^2$  → îmbinare metalurgică tare.
  - F 10.5 – Încercare la îndoire: desprinderea mai mică de 30% .
- F 11 – Control caracteristici mecanice și structurale.
- F 11.1 – Analiză fazică.
  - F 11.2 – Difracție raze X.
  - F 11.3 – Microscopie optică-structură-constituenți.
  - F 11.4 – Aspect macroscopic.
- F 12 – Verificări și probe în exploatare.
- F 12.1 – Rezistența la uzura abrazivă.
  - F 12.2 – Uzura curentă.
  - F 12.3 – Uzura cumulată.
  - F 12.4 – Uzura procentuală.
  - F 12.5 – Uzura procentuală cumulată.

Procedeele conform invenției prezintă următoarele avantaje:

- durata de depunere pentru piesele multistrat unicat este cu 30% mai scurtă față de procedeele clasice de depunere prin sudură, brazare, turnare centrifugă orizontală, laminare;
- asigurarea preîncălzirii rapide prin imersie în baia metalică;
- consum de energie scăzut datorită utilizării cuptorului electric cu inducție care servește și ca mediu de menținere a băii topite a materialului de depunere;
- nu sunt necesare instalații suplimentare pentru producerea atmosferelor controlate;
- reproducerea și predictibilitatea parametrilor de lucru: temperatura de îmbinare, viteza de rotație, durata de îmbinare;
- posibilitatea de control a parametrilor termofizici electrici ai procesului de preîncălzire și depunere –  $U(V)$ ,  $I(A)$ ,  $T(^{\circ}C)$ ,  $t(h)$ ;
- lipsa defectelor de tipul aglomerări de carburi în rețea, separări de cementită în vecinătatea zonei de îmbinare și pelicule de oxizi.

Utilizând procedeul propus de invenție, depunerea straturilor de cupru, aluminiu, nichel, crom, cobalt, fontă pe suportii de oțel slab aliat poate fi realizată într-un timp de maxim 5 minute după pregătirea suportului la temperaturi de 800 - 1200°C în funcție de natura materialului depus, spre deosebire de procedeele clasice de depunere a materialului în stare lichidă la care se obțin aderențe specifice mai mari de 170 N/mm<sup>2</sup>, având durata de depunere ridicată în cazul suportilor realizați din oțel slab aliat cu un conținut sub 0,3% carbon.

## Revendicări

1. Procedul de depunere a materialelor metalice prin imersie și centrifugare verticală în vederea obținerii pieselor multistrat **este caracterizat prin aceea că:**

- **în prima fază** se realizează pregătirea suportului de oțel și a mașinii de imersie și centrifugare verticală. Pregătirea suportului de oțel presupune curățirea, decaparea, depunerea pastei de aderență, depunerea stratului intermediar de legătură Ni 95% prin pulverizare și preîncălzire. Pregătirea instalației presupune verificarea funcționării mecanismelor de avans vertical și a brațului rabatabil;
- **în faza a doua** are loc depunerea metalului lichid pe suportul de oțel. Motoreductorul prin intermediul mecanismului coboară brațul rabatabil în vederea imersării suportului în baia de metal. Motorul prin intermediul arborelui rotește suportul până la viteza de rotație de depunere. Viteza de rotație este menținută și după ridicarea suportului din baia metalică în vederea răcirii stratului depus;
- **în faza a treia** se realizează solidificarea și răcirea controlată a stratului depus urmată de tratamentul termic final de detensionare. Verificarea zonei de îmbinare se realizează în funcție de condițiile de solicitare și exploatare ale pieselor multistrat.

Parametrii tehnologici ai mașinii de centrifugare verticală sunt: 3,9 Kw, 380 V, 50 Hz, 100-1600 rot/min., rotirea brațului 360°, cursa pe verticală 800 mm. Durata de menținere la temperatura de îmbinare 1100 -1180°C este de 240 s. După răcirea pieselor în instalația de răcire urmează tratamentul final de detensionare. Astfel se obține o îmbinare metalurgică tare având aderența specifică mai mare 170 N/mm<sup>2</sup> și desprinderea la îndoire mai mică de 30% .

2. Pasta de aderență pentru aplicarea procedurii definite la revendicarea 1 **este caracterizată prin aceea că** este constituită din 55% elemente de protecție contra oxidării și 45% elemente de aderență intermediară.

*Tabelul 1*

### *Compoziția chimică a pastei de aderență*

Simbol pastă de aderență	Compoziție pastă de aderență, %									
	Elemente de protecție contra oxidării 55%					Elemente de aderență intermediară 45%				
	Silicat de sodiu Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	Oxid de calciu CaO	Florură de calciu CaF <sub>2</sub>	Clorură de calciu CaCl <sub>2</sub>	Borax	Ni pulbere	CaCO <sub>3</sub>	BaCO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Liant
PA	14	14	11	8	8	30	4	5	4	2

Elementele de aderență intermediară conțin pulbere de nichel cu dimensiunea de 1μm...0,1 mm, activatori, mediu de dispersie și liant. Pasta de aderență depusă pe pereții degresați ai suportului de oțel asigură în condițiile contactului cu stratul intermediar de legătură realizat din Ni 95%, o bună aderență a stratului depus.

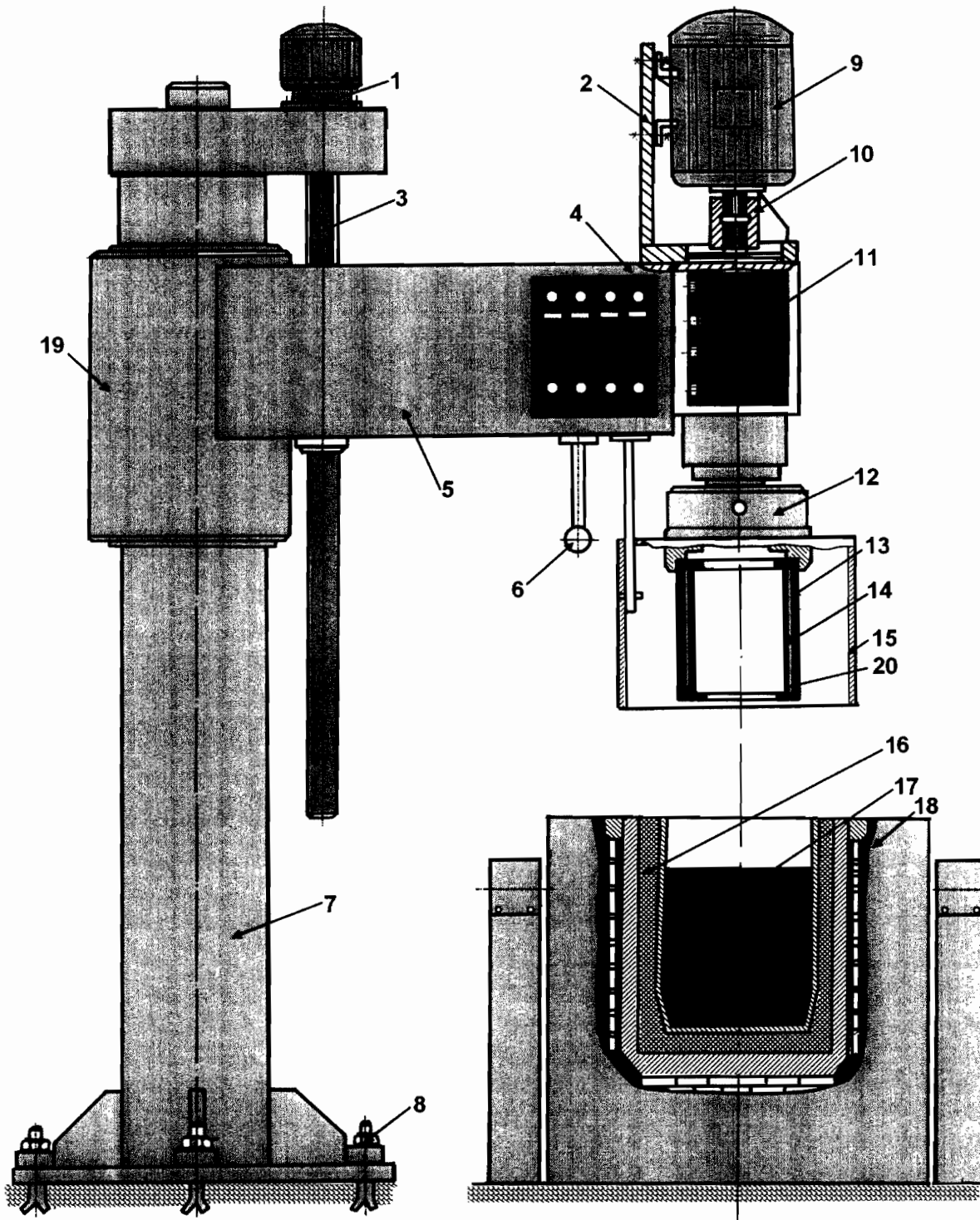


Figura 1. Mașina de imersie și centrifugare verticală

1 – motoreductor pentru avans vertical; 2 – suport electromotor de curent continuu; 3 – mecanism șurub piuliță pentru avans vertical; 4 – tablou de comandă; 5 – braț rabatabil; 6 – mâner manevră; 7 – coloană de ghidare; 8 – șuruburi de fundație; 9 – motor electric de curent continuu; 10 – cuplaj; 11 – arbore principal; 12 – universal mecanic; 13 – suportul de oțel al piesei; 14 – strat de bronz depus; 15 – apărătoare cilindrică glisantă; 16 – creuzet; 17 – baie de bronz topit; 18 – cuptor electric cu inducție; 19 – mașina de centrifugare verticală; 20 – strat intermediar de legătură Ni 95%

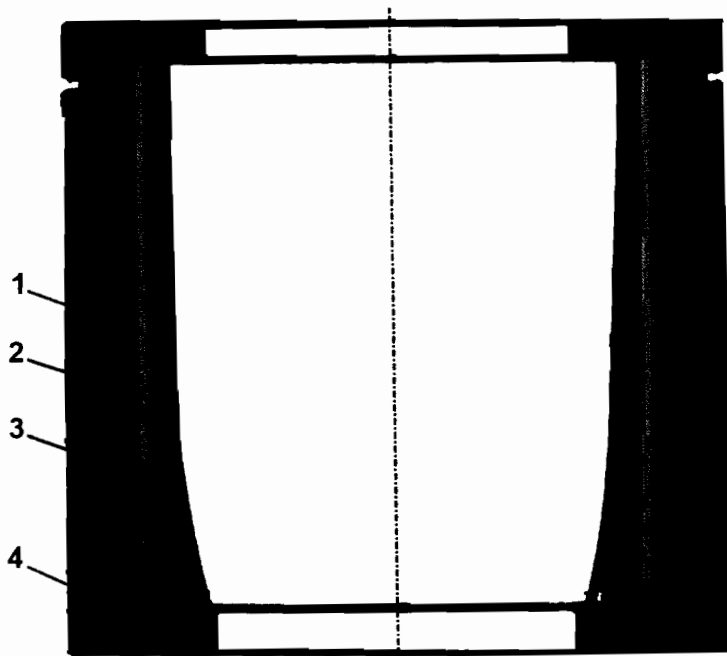


Figura 2. Configurația piesei multistrat  
1 – suport de oțel; 2 – strat intermediar de legătură Ni 95%; 3 - strat depus de bronz;  
4 – guler de reținere

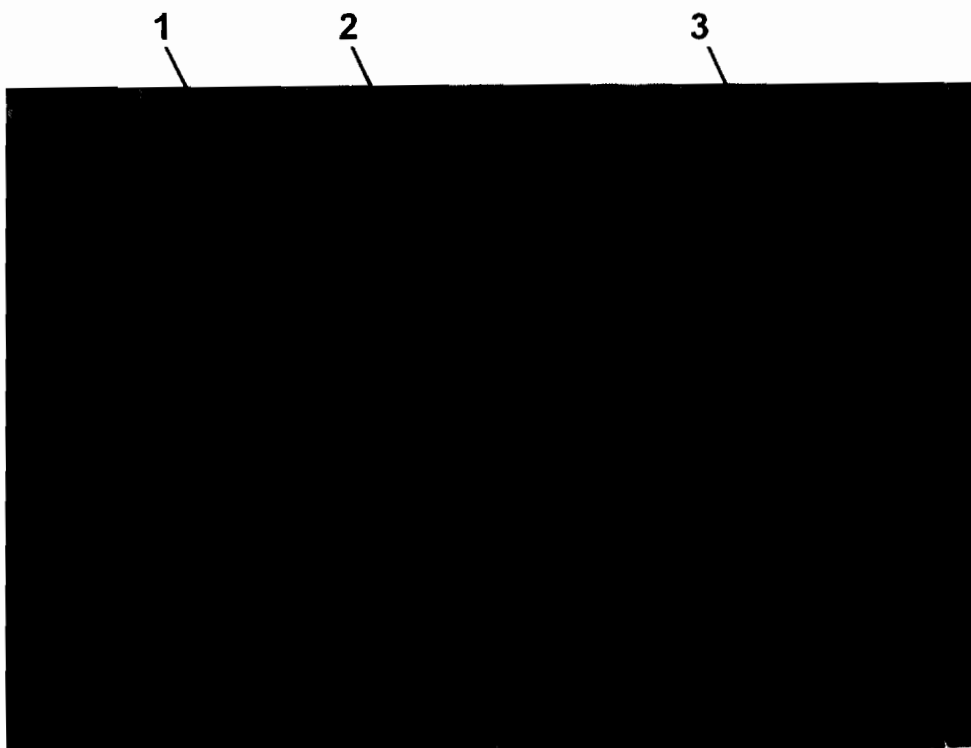


Figura 3. Foto 1. Microstructura piesei multistrat OLT 35 – CuSn10, (x200, atac nital 3%).  
1 – strat depus CuSn10, s.s.α poliedrică + acicular Cu<sub>3</sub>Sn; 2 – zonă de trecere: oxizi mărunțiți și dizolvați, legături chimice prin difuzia elementelor; 3 – material de bază, suport de oțel OLT 35: structură ferito perlitică omogenă. Parametri tehnologici:  $T_{imb.} = 1100^{\circ}C$ ,  $t_{imb.} = 110s$ ,  $v_{rot.} = 500$  rot/min;  $q = 171 N/mm^2$ , îmbinare metalurgică tare