



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2013 00027**

(22) Data de depozit: **11/01/2013**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/03/2016** BOPI nr. **3/2016**

(41) Data publicării cererii:

30/07/2014

BOPI nr. **7/2014**

(73) Titular:

• **CORABIERU ANIȘOARA**, STR.SĂLCIILOR
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 PETRICĂ**, STR.SĂLCIILOR
NR.24, BL.813, ET.3, AP.15, IAȘI, IS, RO;
• **VASILESCU VIOLETA**,
STRADELA CANTA NR.14, BL.451, AP.19,
IAȘI, IS, RO

(72) Inventatori:

• **CORABIERU ANIȘOARA**, STR.SĂLCIILOR
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 PETRICĂ**, STR.SĂLCIILOR
NR.24, BL.813, ET.3, AP.15, IAȘI, IS, RO;
• **VASILESCU VIOLETA**, STRADELA
CANTA NR.14, BL.451, AP.19, IAȘI, IS, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:

RO 125455 B1; JPS 58174567 (A)

(54)

**PROCEDU ȘI AMESTEC DE DURIFICARE SUPERFICIALĂ A
UNEI PIESE DIN OȚEL**



Invenția se referă la un procedeu și la un amestec de realizare și tratare a straturilor superficiale ale unor piese și componente auto din oțel, cu elemente active, prin prelucrări combinate în fază lichidă și solidă.

Prelucrarea superficială combinată se realizează cu ajutorul energiei termice și electrotermice, în procesele de microaliere direct din fază lichidă, urmate de prelucrări termice prin inducție în fază solidă.

Sunt cunoscute procedee de îmbogățire superficială, cu elemente active precum carbon, azot și vanadiu, a stratului superficial al unor piese și componente auto din oțel, în medii clasice de tratament, gazoase, lichide, solide sau speciale, în paturi fluidizate, la temperaturi cuprinse între 800 și 1000°C. Aceste procedee permit mărirea conținutului de carbon și carburi complexe pe o anumită adâncime în suprafața pieselor din oțel, asigurând creșterea durității și a rezistenței la uzură.

Dezavantajul acestor procedee constă în lipsa unui control riguros asupra potențialului de carbon necesar pentru obținerea unor straturi eutectoide, și pericolul permanent de apariție a deformărilor dimensionale și a depunerilor sub formă de negru de fum pe suprafața piesei metalice.

De asemenea, pentru obținerea unor straturi superficiale, durificate de până la 1,5 mm, sunt necesari timpi îndelungați de tratament, de ordinul 8...10 h, și consumuri energetice superioare. Actualmente procedeele de îmbogățire superficială a straturilor cu elemente active impun producerea mediilor de tratament, fapt care determină necesitatea unor instalații complexe, precum generatoarele de atmosferă controlată, și, implicit, investiții majore.

Documentul **RO 125455 B1** prezintă un procedeu de prelucrare în câmp inductiv a pieselor din oțel, prin împachetarea piesei într-o cutie metalică în care se află un amestec de durificare, și care este plasată în centrul inductorului unei instalații de încălzire în câmp inductiv, cu răcire prin spira activă, la parametri determinați de putere, temperatură și timp: 100 kw, circa 1000°C, timp de 1...5 min, și apoi tratarea finală de călire și revenire joasă, amestecul de durificare fiind constituit din 50% amestec de carburare cu 30% mangal, 5% BaCO₃, 10% cocs, 2% CaCO₃, 2% Na₂CO₃ și 1% liant, și 50% pulberi metalice, cu 10% Ni, 10% Cr, 15% V, 15% Mo.

De asemenea, documentul **JPS 58174567 (A)** prezintă un procedeu de durificare a suprafeței unui oțel, prin intermediul unui amestec de carburare, folosind un activator precum carbonatul de Ba amestecat cu carbonat de Li, cu un liant și cu pulbere metalică de Cr, V, Ti, Nb sau/și Ta, care formează o pastă de acoperire a suprafeței piesei care apoi este încălzită la 800...1100°C, pentru difuzia termică a carbonului și a carburilor metalice formate.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în obținerea unor straturi superficiale, controlat îmbogățite cu elemente active pe o adâncime relativă de 1 mm, având o structură stabilă eutectoidă, fără defecte, cu ajutorul microalierii direct din fază lichidă, și a prelucrării termice superficiale, prin intermediul unui amestec de durificare, și utilizând o instalație de încălzire prin inducție, cu un consum energetic scăzut.

Microalierea direct din fază lichidă se realizează prin interacțiunea oțelului lichid cu o pastă de microaliere (40% pulberi metalice + 60% pulberi de carburare) depusă pe pereții forme de turnare, după care are loc durificarea prin încălzire în câmp inductiv.

Într-o primă fază, anterior durificării superficiale în câmp inductiv, este realizată microalierea direct din fază lichidă a straturilor superficiale ale piesei, prin depunerea unui amestec granular pe pereții forme de turnare, sub formă de pastă de microaliere, alcătuită din 40% pulberi metalice cu: nichel, crom, vanadiu, și 60% pulberi de carburare cu: mangal, carbonat de bariu, cocs, carbonat de calciu, carbonat de sodiu și liant. Încălzirea ulterioară a piesei turnate prin curenți de inducție este realizată cu un timp de încălzire de 1...5 s și o durată de menținere la temperatura de 1000...1050°C de 1...5 min, cu o putere specifică la suprafața piesei din oțel de 1...2 Kw/cm², răcirea piesei fiind realizată în aer ventilat.

RO 129648 B1

Pasta de microaliere, pentru aplicarea procedurii, este constituită din 40% pulberi metalice cu dimensiuni în intervalul 1 μm ...0,1 mm și 60% amestec de carburare, pulberile metalice având 14% Ni, 14% Cr și 12% V din amestec, iar pulberile de carburare având 35% mangan, 15% cocs, 5% BaCO_3 , 2% CaCO_3 , 2% Na_2CO_3 și 1% liant din total amestec.	1
Procedul conform invenției prezintă următoarele avantaje:	3
- durata de tratament pentru piesele din oțel unicat este cu 90% mai scurtă decât a procedurilor clasice de prelucrare termică superficială, și microaliere cu componente multiple;	5
- asigurarea încălzirii rapide controlate;	7
- consumul de energie scade în comparație cu microalierea în cuptorul electric, și față de cuptorul de încălzire cu mediu gazos (microalierea se realizează direct din fază lichidă, în procesul turnării);	9
- nu sunt necesare instalații suplimentare pentru producerea atmosferelor controlate;	11
- reproducerea și predictibilitatea parametrilor de lucru;	13
- posibilitatea de control al parametrilor termofizici electrici ai procesului de încălzire	15
- U(V), I(A), T($^{\circ}\text{C}$), t(h);	
- lipsa defectelor de tipul rețea de carburi, separări de cementită și oxidări interne.	
Utilizând procedeul propus de invenție, îmbogățirea stratului superficial cu elemente active carbon, vanadiu, molibden, nichel și crom pe o adâncime utilă a stratului carburat de 2 mm poate fi obținută în timp de maximum 5 min, la temperaturi de 1000...1050 $^{\circ}\text{C}$, spre deosebire de procedurile clasice de durificare cu componente multiple, la care se obțin straturi superficiale de 1 mm în 5...8 h, deci durata de procesare poate fi redusă cu până la 90% pentru oțelurile cu un conținut sub 0,3% carbon.	17
Invenția este prezentată pe larg în continuare, în legătură cu fig. 1...3, ce reprezintă:	19
- fig. 1, faza de prelucrare termică prin inducție;	21
- fig. 2, microalierea direct din fază lichidă;	23
- fig. 3, microstructura stratului superficial (x 200, atac nital 3%).	25
În fig. 1, releele reprezintă: 1 - curenți induși; 2 - întrefier; 3 - amestec de durificare; 4 - strat superficial; 5 - inductor (spiră din Cu); 6 - piesă auto; 7 - curent alternativ de înaltă frecvență; 8 - strat durificat; 9 - linii de câmp electromagnetic.	27
În fig. 2, releele reprezintă: 11 - pastă de microaliere; 12 - piesa auto; 13 - oțel lichid (material de bază); 14 - forma de turnare.	29
În fig. 3 s-au folosit notațiile: a) - strat superficial: martensită + perlită + carburi complexe; b) - zonă tranziție: structură eutectoidă + urme de ferită; c) - miezul piesei: perlită + ferită.	31
Procedul de durificare superficială a unei piese din oțel, conform invenției, include o fază de acoperire a suprafeței piesei cu o pastă de durificare, și de tratare a piesei acoperite prin încălzire cu curenți de inducție la 10 KHz frecvență a curentului electric, pentru călire martensitică și formarea compușilor chimici duri în stratul superficial, urmată de tratament termic final al piesei microaliate.	33
Într-o primă fază, anterior durificării superficiale în câmp inductiv, este realizată microalierea direct din fază lichidă a straturilor superficiale ale piesei, prin depunerea unui amestec granular pe pereții forme de turnare, sub formă de pastă de microaliere, alcătuită din 40% pulberi metalice cu dimensiuni în intervalul 1 μm ...0,1 mm și 60% amestec de carburare, pulberile metalice având 14% Ni, 14% Cr și 12% V din amestec, iar pulberile de carburare având 35% mangan, 15% cocs, 5% BaCO_3 , 2% CaCO_3 , 2% Na_2CO_3 și 1% liant din total amestec.	35
Prelucrarea termică de durificare se realizează pe o instalație de încălzire prin inducție, având, ca element principal, un inductor multispiră din cupru. În interiorul inductorului se centrează piesa metalică acoperită cu amestecul de durificare. Încălzirea se realizează prin inducție. Curentul indus în amestecul de durificare și în stratul superficial microaliat din fază lichidă creează premisele declanșării unui proces de absorbție și durificare la suprafața	37
	39
	41
	43
	45
	47
	49

1 piesei. Mecanismul de durificare și transfer de material este asigurat de apariția fenomenului
de absorbție. Între amestecul de durificare și stratul de absorbție se ajunge la un echilibru
3 local. Stratul superficial microaliat este în interacțiune atât cu miezul piesei, cât și cu ameste-
cul de durificare, existând tendința unui schimb reciproc de atomi și al unui alt echilibru local
5 strat superficial microaliat - matricea metalică. Concentrația atomilor activi în stratul de
absorbție, în condițiile stabilirii unui echilibru termodinamic între faza gazoasă de la suprafața
7 piesei și faza solidă în care se găsește piesa, depinde de următorii factori:

- temperatura amestecului de durificare depus;
- 9 - regimul de încălzire;
- concentrația în carbon a piesei din oțel;
- 11 - gradul de microaliere realizat în fază lichidă.

La suprafața piesei metalice se dezvoltă o temperatură de 1000...1050°C. Timpul de
13 încălzire este de 2...5 s, iar durata de menținere de 2...5 min. Absorbția elementului atomic
se realizează în proporție de 0,75...0,80%, cu formarea unei zone de difuzie pe suprafața
15 piesei din oțel cu structură eutectoidă fără separări de carbon și microaliată cu până la
0,15% vanadiu, 0,15% molibden, 1,10% nichel și 1,10% crom.

17 Adâncimea durificată, respectiv, adâncimea până la care durezza minimă este de
600 HV (~54 HRC) este de 0,70 mm. Adâncimea utilă a stratului carburat, respectiv, adânci-
19 mea stratului până la care concentrația de carbon este mai mare de 0,45% este de 2,2 mm.
Prelucrarea termică prin inducție, respectiv, durificarea superficială este urmată de un trata-
21 ment termic final, a cărui variantă este în funcție de materialul de bază al piesei și de con-
dițiile impuse în utilizare.

23 Procedul de prelucrare termică, combinată în fază lichidă și solidă, presupune
următoarele operații:

- 25 1. prepararea și depunerea pastei de microaliere;
2. pregătirea formei de turnare;
- 27 3. elaborarea materialului de bază:
 $C < 0,3\%$, $S < 0,02\%$, $Si = \text{maximum } 1\%$, $Mn = \text{maximum } 0,45\%$;
- 29 4. turnarea și microalierea din fază lichidă ($T_{\text{turnare}} = 1550...1600^{\circ}\text{C}$);
5. prelucrări mecanice preliminare;
- 31 6. controlul stratului superficial;
7. prepararea amestecului de durificare;
- 33 8. depunerea amestecului de durificare pe suprafața piesei;
9. prelucrarea termică prin inducție,
- 35 - $T = 1000...1050^{\circ}\text{C}$;
- $t_{\text{încălzire}} = 2...5 \text{ s}$;
- 37 - durată menținere = 2...5 min;
- diametrul piesei: maximum 35 mm;
- 39 - frecvența optimă, $f_{\text{optim}} = 10 \text{ kHz}$;
- puterea specifică la suprafața piesei: $P_{\text{sp}} = 1 \text{ kW/cm}^2$;
- 41 - putere utilă generator: 20 kW;
- intensitatea curentului: 700 A;
- 43 - tensiunea: 20...30 V;
10. tratamentul termic final:
- 45 - varianta a - călire directă CD + revenire joasă RJ;
- varianta b - răcire accentuată + călire simplă strat CS + revenire joasă RJ;
- 47 - varianta c - răcire accentuată + recoacere intermediară subcritică Rcl + călire simplă
strat CS + revenire joasă RJ;

RO 129648 B1

- varianta d - călire dublă cu recoacere intermediară;	1
11. control strat:	
a) control duritate:	3
- media durtății strat superficial: 60 HRC;	
b) control fragilitate:	5
- absența fisurilor în vecinătatea urmei obținute la apăsarea vârfului de diamant piramidal cu o forță de 100 daN;	7
c) control grosime strat superficial:	
- adâncimea durificată = adâncimea până la care duritatea minimă este de 600 HV (~54 HRC) = 0,70 mm;	9
- adâncimea utilă a stratului durificat = adâncimea stratului până la care concentrația de carbon este mai mare de 45% = 2,20 mm;	11
d) control structură metalografică:	13
- structură preponderent martensită + carburi complexe fără separări de carbon;	
- absorbția elementului atomic se realizează în proporție de 0,75...0,80%;	15
e) control granulație:	
- granulație fină în stratul superficial;	17
- număr redus de incluziuni în stratul superficial: p = maximum 2;	
f) control aderență specifică:	19
- $q > 170\text{N/mm}^2$;	
12. livrare piesă finită.	21

Revendicări

1

3

1. Procedeu de durificare superficială a unei piese din oțel, incluzând o fază de acoperire a suprafeței piesei cu o pastă de durificare și de tratare a piesei acoperite prin încălzire cu curenți de inducție la 10 KHz frecvență a curentului electric, pentru călire martensitică și formarea compușilor chimici duri în stratul superficial, urmată de tratament termic final al piesei microaliată, ales în funcție de compoziția chimică a materialului de bază, compoziția straturilor superficiale și condițiile de solicitare și exploatare ale piesei, **caracterizat prin aceea că**, într-o primă fază, anterior durificării superficiale în câmp inductiv, este realizată microalierea direct din fază lichidă a straturilor superficiale ale piesei, prin depunerea unui amestec granular pe pereții forme de turnare, sub formă de pastă de microaliere, alcătuită din 40% pulberi metalice cu: nichel, crom, vanadiu și 60% pulberi de carburare cu: mangal, carbonat de bariu, cocs, carbonat de calciu, carbonat de sodiu și liant, încălzirea ulterioară a piesei turnate prin curenți de inducție este realizată cu un timp de încălzire de 1...5 s și o durată de menținere la temperatura de 1000...1050°C de 1...5 min, cu o putere specifică la suprafața piesei din oțel de 1...2 Kw/cm², răcirea piesei fiind realizată în aer ventilat.

5

7

9

11

13

15

17

19

21

23

2. Pastă de microaliere, pentru aplicarea procedurii din revendicarea 1, constituită din pulberi metalice cu: nichel, crom, vanadiu și pulberi de carburare cu: mangal, carbonat de bariu, cocs, carbonat de calciu, carbonat de sodiu și liant, **caracterizată prin aceea că** va cuprinde 40% pulberi metalice cu dimensiuni cuprinse în intervalul 1 μm...0,1 mm și 60% amestec de carburare, pulberile metalice având 14% Ni, 14% Cr și 12% V din amestec, iar pulberile de carburare având 35% mangal, 15% cocs, 5% BaCO₃, 2% CaCO₃, 2% Na₂CO₃ și 1% liant din total amestec.

25

27

29

3. Amestec de durificare, pentru aplicarea procedurii din revendicarea 1, având compoziția formată din pulberi metalice de nichel, crom, vanadiu, molibden și pulberi de carburare cu: mangal, carbonat de bariu, cocs, carbonat de calciu, carbonat de sodiu și liant, **caracterizat prin aceea că** este constituit din 35% pulberi metalice cu dimensiuni cuprinse în intervalul 1 μm...0,1 mm, având 10% Ni, 10% Cr, 10% V și 5% Mo din amestec, și 65% elemente de carburare având 30% mangal, 20% cocs, 5% BaCO₃, 4% CaCO₃, 4% Na₂CO₃ și 2% liant din total amestec.

(51) Int.Cl.

C23C 8/78 (2006.01),

H05B 6/02 (2006.01),

C21D 1/10 (2006.01)

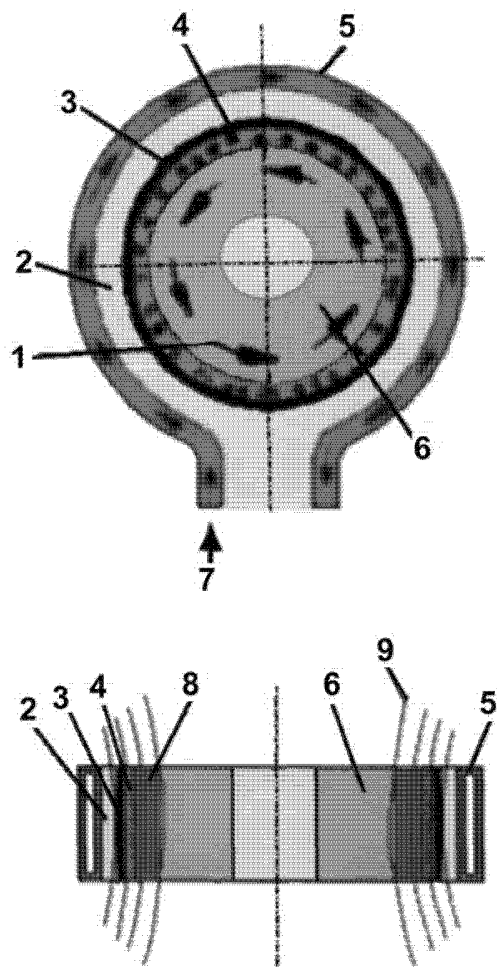


Fig. 1

(51) Int.Cl.

C23C 8/78^(2006.01);

H05B 6/02^(2006.01);

C21D 1/10^(2006.01)

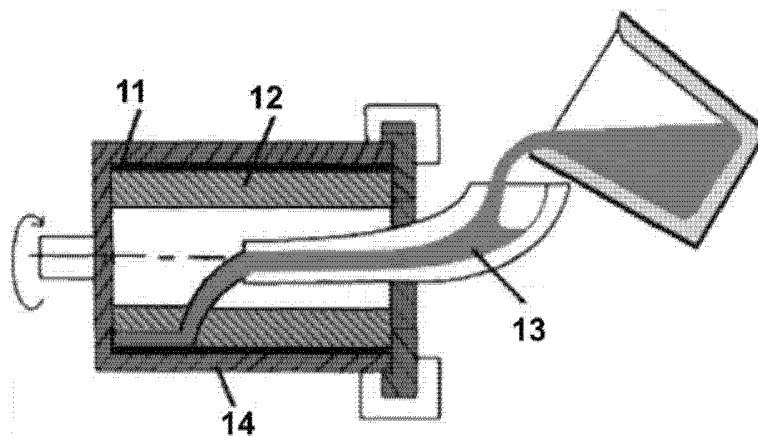


Fig. 2

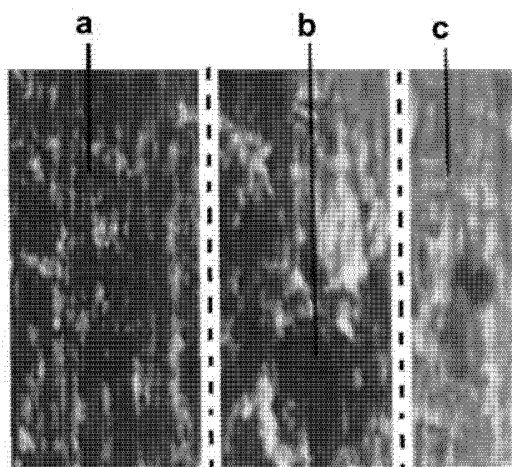


Fig. 3

