

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2013 00027

(22) Data de depozit: 11.01.2013

(41) Data publicării cererii:
30.07.2014 BOPI nr. 7/2014

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

(54) **PROCEDU, PASTĂ DE MICROALIERE ȘI AMESTEC DE DURIFICARE PENTRU PRELUCRAREA ȘUPERFICIALĂ COMBINATĂ A PIESELOR DIN OȚEL**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedu folosit pentru prelucrarea șuperficială combinată, în fază lichidă și solidă, a pieselor din oțel, și la o pastă de durificare folosită în cadrul procedului. Procedu conform invenției are trei faze:

a. microalieră direct din fază lichidă a piesei, prin intermediul pastei de microalieră depusă pe pereții forme de turnare,

b. piesa microaliată din fază (6) lichidă este acoperită cu un amestec (3) de durificare, și este centrată în inductor (5) astfel încât, la trecerea curentului electric (7) de înaltă frecvență, curenții (1) induși de liniile de câmp electromagnetic (9) realizează încălzirea piesei, permițând formarea prin modificări structurale a stratului (8) șuperficial microaliat și durificat, și

c. în ultima fază se realizează tratamentul termic final, având la bază călirea și revenirea în mai multe variante, în funcție de condițiile de solicitare și exploatare a pieselor. Amestecul de durificare conform invenției este format din 35% pulberi metalice și 65% elemente de carburare.

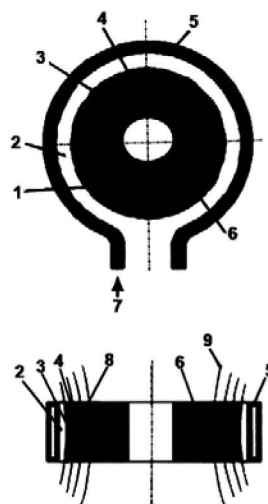
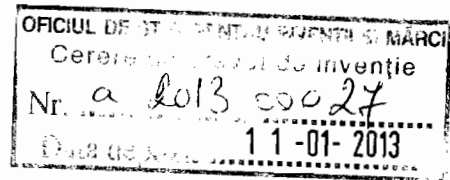


Fig. 1

Revendicări: 3
Figuri: 3

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





PROCEDEU ȘI AMESTEC DE DURIFICARE PENTRU PRELUCRAREA SUPERFICIALĂ COMBINATĂ A PIESELOR DIN OȚEL

Invenția se referă la realizarea și tratarea straturilor superficiale ale pieselor și componentelor auto din oțel cu elemente active carbon, nichel, crom și molibden 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 al pieselor și componentelor auto din oțel în medii clasice de tratament, gazoase, lichide, solide sau speciale, precum 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 deformațiilor 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 ore 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.

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 (pasta de microaliere este depusă pe pereții formei de turnare) a prelucrării termice superficiale prin intermediul amestecului 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 pasta de microaliere (40% pulberi metalice + 60% pulberi de carburare) depusă pe pereții formei de turnare.

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

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

La suprafața piesei metalice se dezvoltă o temperatură de 1000...1050°C. Timpul de încălzire este de 2...5 s, iar durata de menținere 2...5 min. Absorbția elementului atomic se realizează în proporție de 0,75...0,80% cu formarea unei zone de difuzie pe suprafața 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.

Adâncimea durificată, respectiv adâncimea până la care duritatea minimă este de 600 HV (~54 HRC) este de 0,70 mm. Adâncimea utilă a stratului carburat, respectiv adâncimea 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 tratament termic final a cărui variantă este în funcție de materialul de bază al piesei și de condițiile impuse în utilizare.



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

- figura 1. prelucrarea termică prin inducție;
- figura 2. microalierea direct din fază lichidă;
- figura 3. foto 1 microstructura stratului superficial (x200, atac nital 3%).

Procedeul de prelucrare termică combinată în fază lichidă și solidă presupune următoarele operații:

- 1- Prepararea și depunerea pastei de microaliere
- 2- Pregătire formă de turnare
- 3- Elaborarea materialului de bază:
C<0,3%,S<0,02%, Si=max.1%,Mn =max. 0.45%
- 4- Turnarea și microalierea din fază lichid
T_{turnare}= 1550-1600°C
- 5- Prelucrări mecanice preliminare
- 6- Control strat superficial
- 7- Preparare amestec de durificare
- 8- Depunerea amestecului de durificare pe suprafața piesei
- 9- Prelucrarea termică prin inducție
 - T=1000-1050°C;
 - t_{încălzire}=2-5 s;
 - durată menținere= 2-5 min;
 - diametrul piesei: max. 35 mm;
 - frecvența optimă, f_{optim} = 10 kHz;
 - puterea specifică la suprafața piesei: P_{sp} = 1 kW/cm²;
 - putere utilă generator: 20 kW;
 - intensitatea curentului: 700 A;
 - tensiunea: 20 – 30V.
- 10- Tratamentul termic final
 - varianta a - călire directă CD +revenire joasă RJ;
 - varianta b - răcire accentuată + călire simplă strat CS+revenire joasă RJ;
 - varianta c - răcire accentuată +recoacere intermediară subcritică Rcl+călire simplă strat CS+ revenire joasă RJ;
 - varianta d - călire dublă cu recoacere intermediară.
- 11- Control strat
 - Control duritate
 - Media duriității strat superficial: 60 HRC;
 - Control fragilitate
 - Absența fisurilor în vecinătatea urmei obținute la apăsarea vârfului de diamant piramidal cu o forță de 100 daN;
 - Control grosime strat superficial
 - Adâncimea durificată = adâncimea până la care duritatea minimă este de: 600 HV (~ 54 HRC) = 0,70 mm;
 - Adâncimea utilă a stratului durificat= adâncimea stratului până la care concentrația de carbon este m mai mare de 45% = 2,20 mm;
 - Control structură metalografică
 - Structură preponderent martensită + carburi complexe fără separări de carbon;
 - Absorbția elementului atomic se realizează în proporție de 0,75 – 0,80%;
 - Control granulație
 - Granulație fină în stratul superficial;
 - Număr redus de incluziuni în stratul superficial: p=max.2;
 - Control aderență specifică
 - q>170 N/mm²
- 12- Livrare piesă finită.

Procedeul conform invenției prezintă următoarele avantaje:

- durata de tratament pentru piesele din oțel unicat este cu 90% mai scurtă decât a procedeelelor clasice de prelucrare termică superficială și microaliere cu componente multiple;
- asigurarea încălzirii rapide controlate;
- 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);
- nu sunt necesare instalații suplimentare pentru producerea atmosferelor controlate;
- reproducerea și predictibilitatea parametrilor de lucru;
- posibilitatea de control a parametrilor termofizici electrici ai procesului de încălzire – $U(V)$, $I(A)$, $T(^{\circ}C)$, $t(h)$;
- 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 maxim 5 min. la temperaturi de 1000...1050°C, spre deosebire de procedeele clasice de durificare cu componente multiple la care se obțin straturi superficiale de 1 mm în 5...8 ore, deci durata de procesare poate fi redusă cu până la 90% pentru oțelurile cu un conținut sub 0,3% carbon.



Revendicări

1. Procedeul de prelucrare superficială combinată a pieselor din oțel este caracterizat prin aceea că:

- în prima fază se realizează microalierea direct din fază lichidă a straturilor superficiale ale pieselor auto. Amestecul granular depus pe pereții forme de turnare este sub formă de pastă de microaliere alcătuită din 40% pulberi metalice (nichel, crom, vanadiu) și 60% pulberi de carburare (mangal, carbonat de bariu, cocs, carbonat de calciu, carbonat de sodiu, liant);
- în faza a doua piesa acoperită cu un strat de amestec de durificare este prelucrată termic prin inducție având loc simultan două fenomene fizico-chimice: călirea martensitică și formarea compușilor chimici duri în stratul superficial;
- în faza a treia se realizează tratamentul termic final în mai multe variante în funcție de compoziția chimică a materialului de bază, compoziția straturilor superficiale și condițiile de solicitare și exploatare ale pieselor auto;

Parametrii instalației sunt 20 Kw, 10 KHz. Timpul de încălzire este de 1...5 s, iar durata de menținere la temperatura de 1000...1050°C este de 1...5 min., obținându-se o putere specifică la suprafața piesei din oțel cuprinsă între 1...2 Kw/cm². După răcirea pieselor în aer ventilat urmează tratamentul termic final. Astfel se obține un strat superficial îmbogățit în elemente active conținând la suprafața stratului carbon microaliat cu vanadiu, molibden, nichel și crom. Duritatea la suprafața stratului depășește valoarea de 60 HRC.

2. Pasta de microaliere pentru prelucrarea direct din fază lichidă utilizată pentru aplicarea procedeului definit la revendicarea 1 este caracterizată prin aceea că este constituită din 40% pulberi metalice și 60% amestec de carburare.

Tabelul 1

Compoziția chimică a pastei de microaliere

Simbol pastă de microaliere	Compoziție pastă de microaliere, %								
	Pulberi metalice 40%			Pulberi de carburare 60%					
	Ni	Cr	V	Mangal	BaCO ₃	Cocs	CaCO ₃	Na ₂ CO ₃	Liant
PM	14	14	12	35	5	15	2	2	1

Pulberile metalice constituie un amestec format din pulberi de nichel, crom și vanadiu cu dimensiuni între 1μm...0,1 mm. Pulberile de carburare sunt pe bază de mangal și cocs conținând și activatori, mediu de dispersie și liant. Pasta de microaliere depusă pe pereții forme asigură în condițiile contactului cu oțelul lichid difuzia carbonului și a elementelor carburigene nichel, crom și vanadiu.

3. Amestecul de durificare pentru prelucrarea combinată în fază lichidă și solidă a pieselor din oțel, utilizat pentru aplicarea procedeului definit la revendicarea 1 este caracterizat prin aceea că este constituit din 35% pulberi metalice și 65% elemente de carburare.

Tabelul 2

Compoziția chimică a amestecurilor de durificare

Simbol amestec de durificare	Compoziție amestec de durificare, %									
	Pulberi metalice 35%				Elemente de carburare 65%					
	Ni	Cr	V	Mo	Mangal	BaCO ₃	Cocs	CaCO ₃	Na ₂ CO ₃	Liant
AD	10	10	10	5	30	5	20	4	4	2

Pulberile metalice constituie un amestec format din pulberi de nichel, crom, vanadiu și molibden cu dimensiuni între $1\mu\text{m}$...0,1 mm. Elementele de carburare sunt pe bază de mangal și cocs conținând și activatori, mediu de dispersie și liant. Amestecul de durificare asigură pe parcursul încălzirii prin inducție condițiile declanșării transportului de material care cuprinde etapizat absorbție, difuzie și saturare. Reacțiile care se desfășoară la suprafața piesei sunt lente și în legătură directă cu procesul de absorbție. O parte din moleculele amestecului de durificare se ciocnesc și vor disocia iar atomii vor fi absorbiți în stratul superficial. Între amestecul de durificare depus și stratul de absorbție se ajunge la un echilibru local. Piese din oțel vor poseda un strat superficial microaliat, durificat și stabil.

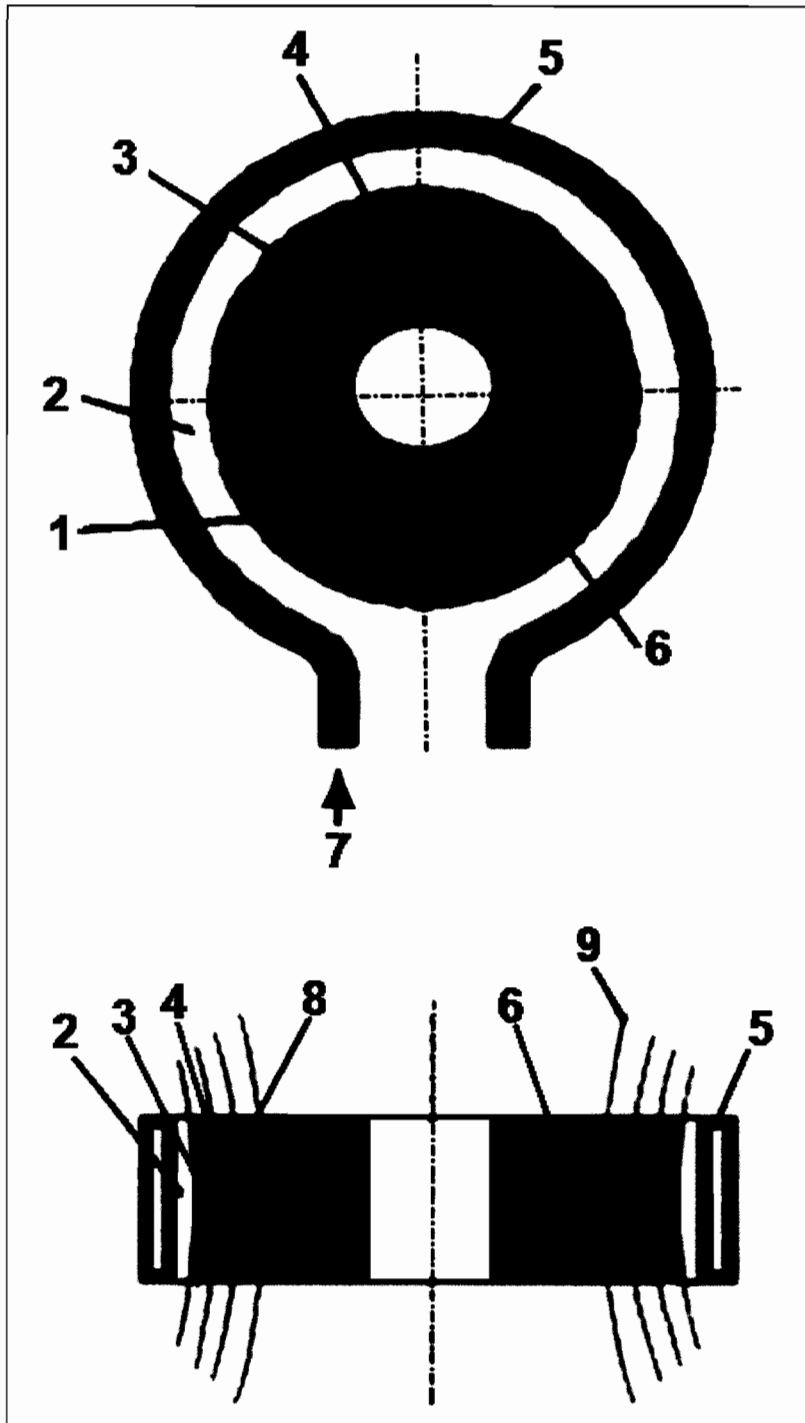


Figura 1. Prelucrarea termică prin inducție

1- curenți induși; 2 – întrefier; 3- amestec de durificare; 4 – strat superficial; 5 – inductor (spira din Cu); 6 – piesa auto; 7- curent alternativ de înaltă frecvență; 8 –strat durificat; 9 – linii de câmp electromagnetic

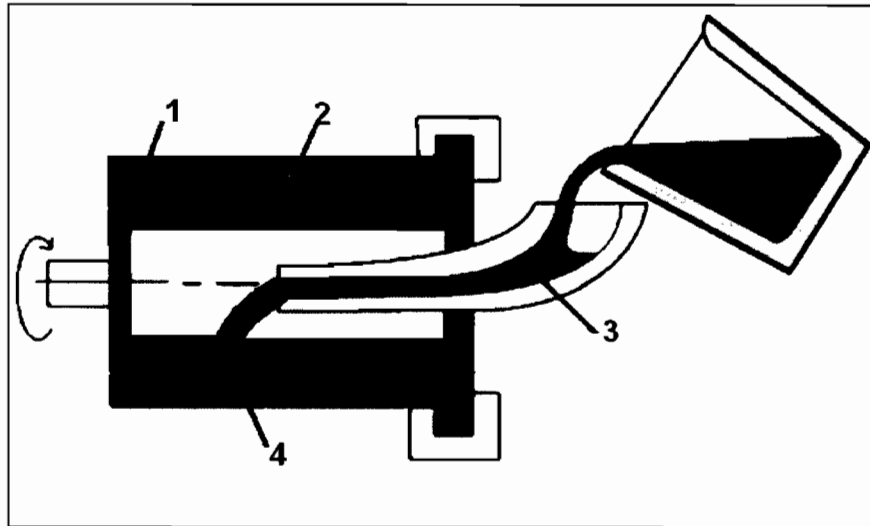


Figura 2. Microalierarea direct din fază lichidă
1- pastă de microalierare; 2 – piesa auto; 3- oțel lichid (material de bază); – forma de turnare

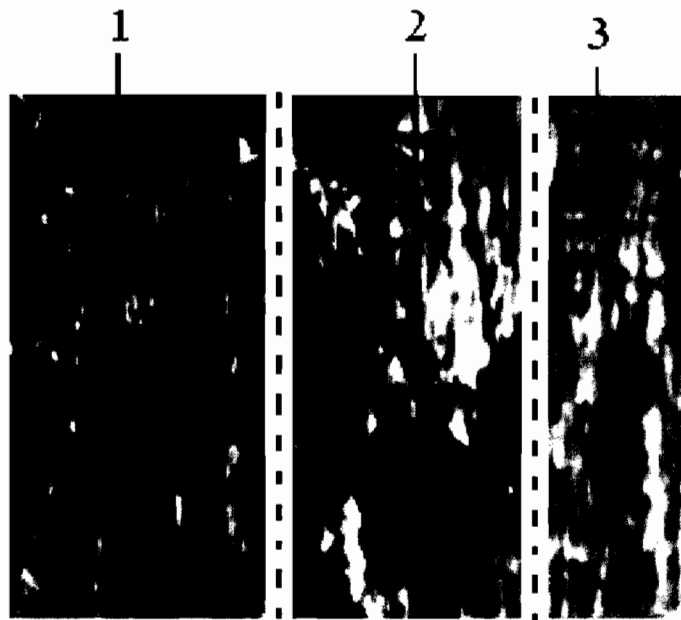


Figura 3. Foto 1. Microstructura stratului superficial (x200, atac nital 3%)
1- strat superficial: martensită + perlită + carburi complexe; 2 – zonă tranziție: structură eutectoidă + urme de ferită; 3 – miezul piesei: perlită + ferită