



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 00690**

(22) Data de depozit: **18/07/2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/05/2017** BOPI nr. **5/2017**

(41) Data publicării cererii:
30/12/2011 BOPI nr. **12/2011**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA "TRANSILVANIA" DIN
BRAȘOV, BD.EROILOR NR.29, BRAȘOV,
BV, RO**

(72) Inventatori:
• **LUCA MIHAI ALEXANDRU, STR. BERZEI
NR. 2, SC. B, ET. 9, AP. 26, BRAȘOV, BV,
RO;**

• **MACHEDON PISU TEODOR,
BD. GRIVIȚEI NR. 57, BL. 42, SC. C, AP. 25,
BRAȘOV, BV, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**US 2798832 A; US 3865640 A; EP 0262324;
DE 60014302 T2; DE 4208485 C1**

(54) **PROCEDEU ȘI INSTALAȚIE DE CĂLIRE**



RO 126943 B1

1 Invenția se referă la un procedeu și la o instalație de călire în mediu lichid, unde sunt
induse oscilații mecanice în produsele supuse călirii.

3 Procedeul de călire volumică a oțelurilor și fontelor constă în încălzirea și menținerea
la o temperatură superioară a punctului critic A_3 , cu scopul dizolvării parțiale sau totale a
5 carburilor, și omogenizarea austenitei, după care urmează răcirea cu o viteză supracritică,
cu scopul obținerii unei structuri martensitice.

7 Se cunoaște, din documentul **US 2798832**, o baie de călire cilindrică, prevăzută cu
trei excitatoare electromagnetice dispuse radial, care generează oscilații mecanice în mediul
9 lichid, de la care se transmit și piesei. Aceste excitatoare generează un câmp magnetic
pentru a forma un sistem de rezonanță la aproximativ 25.000 de cicluri pe secundă. Dez-
11 avantajul constă în faptul că energia transmisă piesei este relativ mică, suficientă pentru
destabilizarea peliculei de vapori, dar prea mică pentru a influența mecanismul de transfor-
13 mare a austenitei, și, astfel, proporția de austenită reziduală rămâne ridicată.

15 Se mai cunoaște documentul **US 3865640 A**, care se referă la o metodă de a trata
termic sârmă sau benzi în formă de inele, în special inele de greutate destul de mare. Trata-
17 mentul constă în supunerea pieselor la oscilații naturale, prin scufundarea acestora într-o
baie de călire prevăzută cu generatoare de oscilație care pot fi, de asemenea, vibratoare
magnetice, ale căror amplitudini și frecvențe pot fi adaptate la tipul și calitatea pieselor.

19 Mai sunt cunoscute și alte brevete de invenție care propun diverse procedee de
mărire și uniformizare a vitezei de răcire, precum și de prevenire a petelor moi.

21 Brevetele **DE 60014302 T2** și **DE 4208485 C1** prevăd răcirea supracritică cu gaze
(N_2 , Ar) la presiuni și debite ridicate. Metoda este eficace, dar scumpă, și implică utilizarea
23 unor dispozitive cu duze, proiectate și executate special pentru fiecare produs supus călirii.

25 Brevetul **EP 0262324** propune răcirea supracritică uniformă în pat fluidizat. În acest
caz dezavantajele constau în faptul că instalația este scumpă, iar mentenanța - costisitoare.

27 Brevetul **DE 3345253 C2** prevede utilizarea unei soluții apoase cu 10...15% sulfat de
sodiu, cu scopul măririi capacității de răcire. În același scop poate fi utilizată și o soluție de
clorură de sodiu, cu dezavantajul că nu este rezolvată problema petelor moi.

29 Brevetul **US 3362854** prezintă o instalație de călire izotermă, la care vibrațiile sunt
produse de un excitator magnetostriktiv cu sonotrodă. Sonotroda este cufundată în baie,
31 după ce produsele au fost mai întâi introduse în aceasta, ceea ce prezintă un dezavantaj.

33 La oțelurile nealiate cu $C > 0,3\%$ și la cele aliate, după călire, rezultă o microstructură
formată din martensită și austenită reziduală, deoarece temperatura de sfârșit a transformării
martensitice (M_f) este situată sub temperatura ambiantă. Austenita reziduală este un consti-
35 tuent nedorit, deoarece are o duritate mică și este instabilă, iar prin transformarea ulterioară
a acesteia se produc modificări dimensionale. Pentru reducerea conținutului de austenită
37 reziduală din scule și din piesele care necesită o precizie dimensională ridicată, după călirea
obișnuită se aplică o călire sub $0^\circ C$ în mediu de zăpadă carbonică sau aer lichid.

39 În general, răcirea supracritică se realizează în apă, soluții apoase sau ulei mineral,
mediul fiind ales în funcție de compoziția chimică a oțelului, respectiv, de călibilitatea
41 acestuia. Piesele din oțeluri nealiate se călesc în apă sau emulsii apoase, iar oțelurile aliate -
în ulei mineral.

43 Răcirea într-un mediu lichid cu temperatură redusă de vaporizare se realizează în
patru etape succesive:

45 - subrăcirea instantanee, ca urmare a consumării unei mari cantități de căldură,
pentru vaporizarea bruscă a mediului de răcire;

47 - calefacția, cu formarea unui înveliș de vapori pe suprafața piesei, iar în aceste
condiții, schimbul de căldură între piesă și mediu scade brusc;

RO 126943 B1

- fierberea cu bule, inițial vehementă, iar apoi liniștită;	1
- convecția la temperaturi sub cea de fierbere.	
În timpul calefacției, căldura se transmite prin radiație și prin conductibilitatea termică a vaporilor, și astfel coeficientul de transmitere a căldurii se reduce foarte mult. În consecință, coeficientul de transmitere a căldurii la răcirea în mediile lichide variază mult și neuniform, trecând printr-un maxim în perioada de fierbere. Suprafețele rugoase și, mai ales, neuniformitățile geometrice (intrânduri, fante, găuri) rețin vaporii și micșorează capacitatea de răcire. Se remarcă astfel riscul apariției petelor moi, respectiv, suprafețe cu o altă structură decât cea martensitică.	3 5 7 9
Capacitatea de răcire a mediilor lichide este foarte mult influențată de gradul de agitare deoarece, prin agitarea mediului sau a pieselor, învelișul de vaporii se destabilizează prin acțiune mecanică și, astfel, capacitatea de răcire crește. La băile de călire uzuale, destabilizarea peliculelor de vaporii se realizează prin mișcări pendulare ale piesei cufundate în lichid, sau prin agitarea lichidului cu o turbină sau prin barbotare cu aer comprimat.	11 13
Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în diminuarea riscului de apariție a petelor moi pe suprafața pieselor supuse călirii, influențarea mecanismului de transformare a austenitei prin finisarea martensitei și măririi durtății acesteia, cât și reducerea conținutului de austenită reziduală, și relaxarea tensiunilor interne din profunzimea pieselor.	15 17
Procedeul de călire, conform invenției, înlătură dezavantajele prezentate prin aceea că, în timpul călirii pieselor, excitatorul electrodinamic transmite prin contact direct vibrații care au frecvența reglabilă în limitele 20...1000 Hz, și care produc o rezonanță pe armonica fundamentală sau pe o altă armonică de ordin mic, într-un interval de 1...10 min, astfel încât accelerația oscilațiilor la suprafața pieselor să depășească valoarea de 2 m/s ² .	19 21 23
Instalația de călire, pentru aplicarea procedurii conform invenției, înlătură dezavantajele prezentate prin aceea că la baza bazinului de călire, în interiorul său, este plasat un grătar sprijinit pe arcuri, iar pe grătar este fixat un container-coș din plasă metalică, în care sunt dispuse piesele supuse călirii, spre care, printr-o bară de cuplare, sunt transmise vibrații mecanice în regim de rezonanță, generate de excitatorul electrodinamic ce este protejat împotriva încălzirii de un răcitor, și care este alimentat de amplificatorul de putere, alimentat de generatorul de frecvență ce are posibilitatea reglării frecvenței curentului de alimentare a excitatorului.	25 27 29 31
Procedeul și instalația de călire, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:	
- creșterea capacității de răcire a mediului de călire;	33
- prevenirea formării petelor moi pe suprafața produselor călite;	
- creșterea durtății stratului călit;	35
- reducerea conținutului de austenită reziduală din stratul călit;	
- posibilitatea renunțării la călirea sub 0°C, în cazul sculelor și pieselor care necesită o precizie dimensională ridicată;	37
- creșterea adâncimii de călire;	39
- creșterea rezilienței miezului produsului călit.	
Cercetările efectuate de autor pe epruvete de călire frontală (Jomini) au evidențiat faptul că generarea, în timpul răcirii supracritice, a unor oscilații mecanice induse nemijlocit în material au un efect pozitiv asupra mecanismului de transformare a austenitei în martensită, în condițiile în care accelerația vibrațiilor depășește 2 m/s ² .	41 43
Sub acțiunea oscilațiilor mecanice este mărită instabilitatea austenitei și, astfel, numărul germenilor de martensită crește, iar transformarea martensitică se desfășoară mai avansat și pe o adâncime mai mare.	45 47

RO 126943 B1

1 Experimentele efectuate au dovedit că, prin sinergia câmpului termic și a celui de
oscilații în regim de rezonanță a pieselor, sunt obținute rezultate maxime și mult diferite de
3 cele realizate la călirea tradițională. S-au constatat:

- 4 - creșterea adâncimii stratului martensitic la oțelurile cu călibilitate redusă;
- 5 - finisarea martensitei aciculare;
- 6 - sporirea durității suprafeței călite;
- 7 - reducerea conținutului de austenită reziduală;
- 8 - creșterea rezilienței prin reducerea tensiunilor din miez.

9 În principiu, invenția se referă la un procedeu de călire, la care produsele supuse
călirii sunt supuse acțiunii directe a unor oscilații mecanice, în condiții de rezonanță pe armo-
11 nica fundamentală sau pe o armonică de ordin mic, dar sub 1000 Hz. La frecvențe mai mari,
de exemplu, în domeniul ultrasonic, amplitudinea oscilațiilor este redusă și, astfel, procesul
13 de transformare a austenitei este influențat într-o măsură foarte redusă.

14 Instalația de călire în câmp de oscilații mecanice utilizează un excitator electrodi-
15 namic, alimentat de un sistem format dintr-un generator de frecvență și un amplificator de
putere. Frecvența oscilațiilor este reglabilă astfel încât să se realizeze excitarea la rezonanță
17 a sistemului în care sunt plasate piesele supuse călirii. În cazul călirii unei singure piese de
dimensiuni mari, excitarea se realizează cu o frecvență corespunzătoare frecvenței proprii
19 a piesei. Oscilațiile transmise în mediul de răcire și în piese au un dublu efect, destabilizează
21 peliculele de vapori formate la suprafața produselor în timpul calefacției, și influențează
favorabil mecanismul de transformare a austenitei în martensită.

22 Consumul de energie al echipamentului este foarte scăzut deoarece un excitator de
23 100 W poate provoca rezonanța unui sistem cu masa de ordinul sutelor de kilograme, iar
timpul în care se realizează călirea este de ordinul minutelor.

24 Invenția are aplicabilitate în toate domeniile industriale în care se realizează produse
metalice care necesită o durificare prin aplicarea tratamentului termic de călire volumică.

25 Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției cu referire la figura care este
27 o vedere a instalației de călire.

28 **Exemplu de realizare a instalației de călire în câmp de oscilații mecanice**

29 Conform invenției, instalația de călire în mediu lichid are în componență un bazin de
30 călire obișnuit **1**, care poate fi dotat sau nu cu sisteme uzuale de agitare, de încălzire sau de
31 răcire a lichidului de călire. Pe fundul bazinului **1** este plasat un grătar **2**, sprijinit pe patru
32 arcuri **3**, care au rolul de a distanța grătarul de fundul bazinului, și de a facilita oscilația la
33 rezonanță a pieselor. Fundul bazinului este prevăzut cu o bară de cuplare **4**, care trece
34 printr-un sistem de etanșare **5**. Deoarece temperatura lichidului din bazin poate să atingă
35 valori ridicate, pentru protecția termică a excitatorului electrodinamic **6**, legătura cu bara de
36 cuplare **4** se realizează prin intermediul unui răcitor **7**, prin care circulă apă. Excitatorul elec-
37 trodinamic **6** este alimentat de un amplificator de putere **8**, comandat de un generator de
38 frecvență **9**. Amplitudinea și frecvența oscilațiilor transmise către grătarul **2** sunt reglabile în
39 limitele 20 Hz...1 kHz. În bazinul de călire se introduce un container din sârmă **10**, care se
40 sprijină pe grătarul **2**. În containerul **10** se adună piesele **11**, care, după călire, se extrag din
41 baie împreună. Mediul de răcire **12** poate fi apa, soluții apoase, emulsii sau ulei mineral, în
42 funcție de călibilitatea oțelului din care sunt executate piesele.

43 Pe toată durata răcirii, care este de ordinul minutelor (între 1 și 10 min), piesele și mediul
44 de răcire se află sub acțiunea oscilațiilor mecanice care destabilizează pelicula de vapori care
45 se formează la suprafața pieselor, și, totodată, influențează procesul de transformare a
46 austenitei, favorizând astfel obținerea unei microstructuri cu proprietăți mecanice superioare.

RO 126943 B1

Revendicări

1. Procedeu de călire a pieselor metalice într-un mediu lichid în care transformarea austenitei în timpul răcirii supracritice se produce sub acțiunea unor vibrații mecanice, cu ajutorul unui excitator electrodinamic, ce destabilizează pelicula de vapori care se formează la suprafața pieselor, **caracterizat prin aceea că**, în timpul călirii pieselor, excitatorul electro-dinamic transmite prin contact direct vibrații care au frecvența reglabilă în limitele 20...1000 Hz, și care produc o rezonanță pe armonica fundamentală sau pe o altă armonică de ordin mic, într-un interval de 1...10 min, astfel încât accelerația oscilațiilor la suprafața pieselor să depășească valoarea de 2 m/s^2 . 3 5 7 9
2. Instalație de călire, pentru aplicarea procedurii conform revendicării 1, prevăzută cu bazin de călire (1), un excitator electrodinamic (6), un amplificator de putere (8) și un generator de frecvență (9), **caracterizată prin aceea că** la baza bazinului de călire (1), în interiorul său, este plasat un grătar (2) sprijinit pe arcuri (3), iar pe grătar este fixat un container-coș din plasă metalică (10), în care sunt dispuse piesele (11) supuse călirii, spre care, printr-o bară de cuplare (4), sunt transmise vibrații mecanice în regim de rezonanță, generate de excitatorul electrodinamic (6) care este protejat împotriva încălzirii de un răcitor (7), și care este alimentat de amplificatorul de putere (8), alimentat de generatorul de frecvență (9) ce are posibilitatea reglării frecvenței curentului de alimentare a excitatorului. 11 13 15 17 19

