



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2018 00455**

(22) Data de depozit: **22/06/2018**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/10/2023** BOPI nr. **10/2023**

(30) Prioritate:
22/06/2017 DE 102017113841.2

(41) Data publicării cererii:
28/12/2018 BOPI nr. **12/2018**

(73) Titular:
• **DEWE BRUNOFIX GMBH, PRUPPACHER
WEG 8, 91126, REDNITZHEMBACH, DE**

(72) Inventatori:
• **INVENTATORUL A RENUNȚAT LA
DREPTUL DE A FI MENȚIONAT ÎN
PUBLICAȚIA BREVETULUI DE INVENȚIE,
art. 35 alin. (3) (Leg. 64/1991),**

(74) Mandatar:
**ROMINVENT S.A.,
STR. ERMIL PANGRATTI NR.35,
SECTOR 1, 011882, BUCUREȘTI, B**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**CN 105203383 A; SITE CEMS-UPB:
"LAB.01-LABORATORUL DE PREGĂTIRE
A PROBELOR METALOGRAFICE",
COPYRIGHT 2016,
[https://expertizari.wixsite.com/cems-upb/la
b01](https://expertizari.wixsite.com/cems-upb/la-b01);
[https://ronkulas.proboards.com/thread/267
/evaluation-cold-bluing-products-pics?page=1&scrollTo=683](https://ronkulas.proboards.com/thread/267/evaluation-cold-bluing-products-pics?page=1&scrollTo=683), 2014**

(54) **METODĂ DE VERIFICARE A CALITĂȚII BRUNĂRII
UNEI SUPRAFEȚE BRUNATE A UNEI PIESE FEROASE**



RO 132991 B1

1 Invenția se referă la o metodă de încercare a suprafeței brunate a unei piese.
2 Brunarea (brunarea la cald) este un tratament de suprafață, în care suprafața unei
3 piese adecvate este acoperită cu un oxid negru de fier (Fe_3O_4). În acest caz, fierul piesei este
4 utilizat pentru formarea stratului de brunare. Acest strat de brunare nu este un strat întins pe
5 suprafața respectivă, cum ar fi o vopsea sau ceva similar, ci este rezultatul unei reacții
6 chimice cu materialul de bază al piesei. Întrucât are loc o conversie a substratului, mai exact
7 o oxidare, dimensiunile componente nu se schimbă prin brunare. Grosimea de strat, sau mai
8 exact adâncimea de oxidare, este de obicei puțin mai mică de $1 \mu\text{m}$, de maxim de $2 \mu\text{m}$.

9 Condiția necesară pentru aplicarea metodei este ca piesa să fie dintr-un material
10 capabil a fi brunat, mai precis să conțină material cu conținut de fier. De regulă, sunt brunate
11 prin urmare piese de oțel sau fier, în particular oțeluri oxidabile, dar și piese turnate.

12 Pentru a pregăti brunarea, suprafața piesei este degresată și curățată. Apoi are loc
13 procesul propriu-zis de brunare, în care piesa este imersată în soluții fierbinți de oxidare
14 alcalină, într-o succesiune a băilor de brunare de una până la trei etape. Parametrii de
15 brunare sunt setați astfel încât nici un atac inter-cristalin să nu afecteze în prealabil micro-
16 structura piesei care urmează să fie brunată.

17 Procesul de brunare este încheiat cu clătirea și conservarea piesei. Datorită
18 echilibrului său corect între FeO și Fe_2O_3 , precum și la o oxidare completă a suprafeței, o
19 bună brunare are un strat de oxid de fier uniform, închis, cu o culoare uniformă, eventual
20 negru până la negru-gri.

21 Prin brunare, piesa este protejată pe termen scurt împotriva anumitor agenți chimici.
22 Stratul de brunare servește, până la un anumit grad, și ca protecție împotriva coroziunii.
23 Totuși, este deosebit de avantajos faptul că piesele brunate au proprietăți tehnice speciale
24 în cazul mișcărilor relative una față de cealaltă. Prin urmare, brunarea este utilizată și în apli-
25 cații tehnice, pentru a crește durata de viață și fiabilitatea pieselor din oțel mobile, cum ar fi
26 piesele din oțel călit, care sunt proiectate pentru o glisare sau o rulare, în particular una pe
27 alta.

28 Pentru încercarea calității brunării, piesele mici au fost testate până acum în labora-
29 tor, de regulă cu ajutorul unui microscop optic, iar în cazuri în care există dubii a fost folosit
30 suplimentar un microscop electronic de reflexie (REM).

31 Piesele de mari dimensiuni, adică acele piese care nu pot fi evaluate în mod direct
32 în REM din cauza dimensiunii lor, fie sunt examinate la fața locului într-o manieră nedestruc-
33 tivă cu ajutorul microscopelor mobile, fie din piesa brunată de examinat este luată o mostră
34 de material pentru a o putea examina în laborator, lucru prin care, de obicei, piesa este
35 distrusă sau devine inutilizabilă.

36 Din stadiul tehnicii este cunoscută așa numita tehnică de amprentare (tehnica de
37 replicare) ca fiind o metodă de examinare nedistructivă pentru examinări ale microstructurii
38 metalografice. În cadrul acestei tehnici, mai întâi este îndepărtat stratul de oxid de pe
39 suprafața piesei care urmează să fie examinată, de exemplu un strat de brunare aplicat. Apoi
40 a fost efectuată o pre-gravare pentru a reprezenta macrostructura, pentru a putea plasa în
41 mod optim amprente, de exemplu în cazul cordoanelor de sudură. Un alt pas al pregătirii
42 este cel al nivelării suprafeței cât mai mult posibil pentru a obține amprente optime. Aceasta
43 se realizează de exemplu prin lustruire electrolică și/sau mecanică. Apoi, prin gravare, este
44 reprezentată microstructura. Numai după acești pași de pregătire are loc luarea efectivă a
45 amprentei microstructurii. În acest scop, o folie de amprentare adecvată este înmuiată cu
46 ajutorul unui solvent și plasată pe locul pregătit. Folia înmuiată este presată pe suprafața
47 lustruită și gravată a piesei, astfel că folia uscată și apoi întărită are amprenta microstructurii.
48 În cele din urmă, folia este scoasă din nou de pe locul de amprentare și fixată pe o lamă.

RO 132991 B1

Această amprentă de microstructură poate fi apoi examinată într-un microscop, de exemplu într-un microscop optic sau, la mărimi superioare, într-un microscop electronic cu reflexie. Ampretele produc o imagine negativă a suprafeței piesei, astfel că, de exemplu, porii sau fisurile din microstructură devin vizibile ca niște proeminențe în microscop.

Din stadiul tehnicii se cunoaște documentul **CN 105203383 A/2015**, care prezintă o metodă simplă de inspecție a fracturilor unor oțeluri supuse tratamentului termochimic de oxidare (albăstrire) a suprafeței, realizată prin următoarele etape:

1. realizarea unor creștături de maxim 20 mm pe suprafețele unor probe din oțel cu diametrul mai mic sau egal cu 50 mm și lungimea de 100 mm;

2. încălzirea și menținerea probelor cu creștături la temperatura de austenitizare, urmată de călire și revenire;

3. coborârea temperaturii la 350-300°C în aer liber după revenire, pentru oxidare și ruperea probelor;

4. răcirea probelor creștate și inspecția creștăturilor după oxidarea în aer pentru vizualizarea distribuției incluziunilor oxidice și de altă natură și a microfracturilor, metoda fiind adecvată și pentru inspecția calității oxidării de protecție în special la oțeluri cu conținut mediu de C.

Un obiectiv al prezentei invenții este acela de a permite în mod simplu o încercare nedistructivă a calității de brunare, în particular în cazul pieselor mari.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția revendicată în raport cu documentul prezentat din stadiul tehnicii este asigurarea unei metode simple și nedistructive de replicare pentru testarea unei suprafețe brunate de piesă sau pentru încercarea execuției (calității) unei brunări prin aplicarea mai rapidă, mai precisă și într-un mod ideal a elementului de amprentă pe suprafața rugoasă a denivelărilor piesei de analizat, cu evitarea artefactelor.

Această problemă tehnică este rezolvată prin metoda revendicată prin aplicarea tehnicii de replicare pentru testarea unei suprafețe brunate de piesă sau pentru încercarea execuției (calitatea) unei brunări, dar prin folosirea unui element de amprentă flexibil cu grosime mai mică de 60 μm în așa fel încât acesta să fie automat aspirat după plasarea pe suprafața piesei.

Prin urmare, metoda conform invenției cuprinde următoarele etape:

- pregătirea poziției de încercare pe suprafața brunată de piesă, - luarea unei amprente a suprafeței brunate de piesă prin intermediul unui element de amprentă aplicat pe poziția de încercare și examinarea elementului de amprentă.

O idee de bază a invenției este folosirea tehnicii replicării utilizate până acum pentru a evalua microstructura materialelor metalice pentru încercarea calității suprafețelor brunate. Spre deosebire de aplicațiile cunoscute, în care amprenta este luată dintr-o suprafață perfect lustruită și gravată a unui material, amprentarea conform invenției are loc pe o suprafață brunată proaspăt făcută a unei piese („prelucrată”). Pregătirea locului de amprentare se limitează la o curățare, în particular o degresare a suprafeței piesei cu stratul ei brunat. Nu trebuie efectuate alte etape pregătitoare. În particular, nu are loc nici șlefuirea stratului de oxid, nici o gravare sau lustruire a piesei. Acest lucru este în contradicție cu utilizarea de până acum a tehnicii replicării pentru studierea microstructurilor metalografice, caz în care amprentele au fost întotdeauna luate din suprafețele special pregătite și perfect lustruite și gravate. Aplicarea tehnicii de amprentare pe suprafețe reale nu a fost luată în considerare niciodată, deoarece acestea sunt întotdeauna prea dure și dispuse la artefacte pentru studiul metalografic dorit.

RO 132991 B1

1 Deoarece în locul stratului de brunare propriu-zis al piesei este examinată doar o
amprentă a stratului de brunare, avantajele prezentei invenții sunt:

3 - atât brunarea, cât și piesa brunată rămân complet intacte și nu trebuie să fie
distruse. Acest lucru reduce considerabil efortul de încercare a calității brunării în cazul
5 pieselor mari;

7 - luarea amprente este posibilă la fața locului și poate fi efectuată relativ rapid și
- calitatea brunării poate fi examinată nedistructiv în laborator și nu doar pe teren,
chiar și în cazul pieselor mari.

9 Prin metoda conform invenției este posibilă, într-o manieră simplă, o încercare nedis-
tructivă a calității brunării, în special la piese mari. Este deosebit de avantajoasă aplicarea
11 tehnologiei pentru piese foarte mari și grele, cum ar fi componentele de lagăr din tehnologia
centralelor electrice.

13 Cu invenția, atunci când se utilizează un REM, este posibil în plus să se detecteze
gradul de finețe și detaliile de suprafață ale brunării cu o rezoluție mai mică de 0,1 μm ; limita
15 de rezoluție de 0,1 μm întâlnită la metodele convenționale este, prin urmare, inferioară.

Pe lângă controlul calității brunării, metoda propusă oferă posibilitatea de a verifica
17 dacă a apărut o deteriorare a suprafeței tratate a piesei datorită unei brunări necorespun-
zătoare. Cu alte cuvinte, poate fi făcută o afirmație despre o posibilă pre-deteriorare a supra-
19 feței piesei. Acest lucru este deosebit de avantajos atunci când se testează brunarea în
cazul pieselor relevante pentru siguranță.

21 În anumite circumstanțe, este posibilă o afirmație privind prezența anumitor elemente
pe suprafața piesei.

23 Invenția este prezentată pe larg în continuare printr-un exemplu de realizare a
invenției, cu referire la fig. 1...7, care reprezintă:

- 25 - fig. 1, o piesă cu o suprafață brunată;
- fig. 2, luarea unei amprente;
27 - fig. 3, un element de amprentă pe o lamă;
- fig. 4, o imagine REM a unei prime piese din oțel cu o primă calitate de brunare, ca
29 o imagine de date brute (fig. 4A) și ca o imagine inversată (fig. 4B);
- fig. 5, o imagine REM a unei prime piese din oțel cu o a doua calitate de brunare,
31 ca o imagine de date brute (fig. 5A) și ca o imagine inversată (fig. 5B);
- fig. 6, o imagine REM a unei a doua piese din oțel cu o primă calitate de brunare,
33 ca o imagine de date brute (fig. 6A) și ca o imagine inversată (fig. 6B);
- fig. 7, o imagine REM a unei a doua piese din oțel cu o a doua calitate de brunare,
35 ca o imagine de date brute (fig. 7A) și ca o imagine inversată (fig. 7B).

37 Toate figurile arată invenția doar schematic, nu la scară, și numai cu componentele
sale esențiale. Aceleași numere de referință corespund unor elemente având aceeași funcție
sau o funcție comparabilă.

39 Metoda de încercare, conform invenției, cuprinde următoarele etape:

- 41 a) pregătirea poziției de încercare pe suprafața brunată de piesă **8**,
b) luarea unei amprente a suprafeței brunate de piesă **8** prin intermediul unui element
de amprentă **4** aplicat pe poziția de testare, și
43 c) examinarea elementului de amprentă **4** extras, care conține amprenta (relieful)
suprafeței brunate de piesă.

45 Într-o formă preferată de realizare a invenției este utilizată ca element de amprentă
4 o folie dintr-un material plastic, de preferință o folie de acetat. În loc de folie de acetat,
47 poate fi folosită de asemenea o folie dintr-un alt material adecvat, care poate fi înmuiat cu
un solvent adecvat, astfel încât amprenta în sine a conturului de reproduș se aspiră sau se
49 mulează, fără a fi apăsată.

RO 132991 B1

Cu cât elementul de amprentă **4** este mai subțire, cu atât este mai bun efectul dorit de replicare. De preferință, grosimea elementului de amprentă **4** este mai mică de 60 μm. Într-o formă preferată de realizare a invenției, grosimea elementului de amprentă **4**, în particular - a foliei de acetat, este între 30 și 50 μm. Astfel, elementul de amprentă **4** utilizat este mai subțire decât foliile utilizate la metalografia pieselor și poate fi mulat mai rapid și mai bine pe depresiunile și înălțările suprafeței semnificativ mai rugoase față de metalografia piesei.

Într-o formă preferată de realizare a invenției, pregătirea poziției de încercare include numai o curățare a suprafeței brunate **8** cu un detergent adecvat. Această curățare are loc, de preferință, exclusiv în regiunea poziției de încercare.

De preferință, curățarea cuprinde degresarea cu un agent de degresare adecvat, de exemplu cu acetonă p.a. (dacă nu este disponibilă, atunci cel puțin de puritate tehnică). Ca poziții de încercare, din care se vor lua ulterior amprente, sunt selectate de preferință pozițiile de pe piesa **1** care se află la o anumită înclinație până aproape de normală, pentru a permite scurgerea excesului de agent de curățare sau de degresare. Poziția de încercare pregătită ar trebui să aibă o suprafață curată, fără grăsimi, fără particule reținute și fără particule fine.

Într-o formă preferată de realizare a invenției, luarea amprente cuprinde cel puțin patru sub-etape.

Într-o primă sub-etapă, elementul de amprentă **4** selectat adecvat de mare, de exemplu o bucată de folie de acetat având dimensiuni de aproximativ 10 x 20 mm, este scufundată scurt timp într-un solvent adecvat sau este umezită cu solvent, pentru a decapa elementul de amprentă **4** și, ca urmare, pentru a se atinge flexibilitatea și capacitatea de mulare dorită. Când se folosește o folie de acetat, ca solvent se utilizează de preferință acetonă, în particular- acetonă pură, sau o alta pentru generarea proprietăților dorite descrise mai sus ale foliei de amprentare înmuiate de solventul adecvat, cum ar fi acetatul de etil. Pentru a evita contaminarea, elementul de amprentă **4** este atins doar cu o pensetă.

Într-o a doua sub-etapă, elementul de amprentă **4** decapat este plasat pe poziția de testare. Elementul de amprentă **4** se mulează pe suprafața de piesă **8** într-un mod ideal.

O apăsare a elementului de amprentă **4** pe suprafața de piesă **8** trebuie neapărat omisă, pentru a se evita artefactele, deoarece detaliile de interes pentru examinare pot avea dimensiuni mai mici de 0,1 μm.

Conform invenției, efectul capilar al orificiilor **3** de pe suprafața brunată de piesă **8** generează atragerea elementului de amprentă decapat **4** în orificiile **3**. Elementul de amprentă **4** nu este apăsat pe suprafața brunată de piesă **8**, dar este aspirat automat pe suprafața de piesă **8**. Această aspirație automată a elementului de amprentă **4** este susținută de grosimi de folie și timpi de dizolvare selectate/selectați adecvat. Temperatura camerei și a piesei influențează timpul de menținere a specimenului de testare la locul de testare. O aspirație deosebit de bună a foliei (a elementului de amprentă **4**) este susținută de o mișcare de întindere lentă, uniformă, cu care sunt evitate bulele de aer și sunt posibile forțe de adeziune suficient de mari.

După ce elementul de amprentă **4** a fost aspirat în sine, are loc într-o a treia sub-etapă o uscare a elementului de amprentă **4** la poziția de testare. Solventul se evaporă. Timpul de uscare depinde de temperatura suprafeței de piesă **8**.

În a patra și ultima sub-etapă are loc o îndepărtare (tragere, desprindere) atentă a elementului de amprentă **4** suficient de uscat, cu ajutorul unei pensete, din poziția de testare.

Într-o formă preferată de realizare a invenției, elementul de amprentă **4** este fixat plat de preferință prin intermediul unei benzi adezive sau asemenea, cu partea inferioară **9** în sus pe o lamă de sticlă **7**, pentru a o putea examina ulterior cu un microscop.

RO 132991 B1

1 După etichetarea lamei **7**, aceasta este stocată securizat pentru o examinare
microscopică ulterioară într-un recipient adecvat pentru depozitare.

3 Elementul de amprentă **4** conține atunci reliefurile suprafeței **8**. S-a dovedit util să se
ia cel puțin două amprente din fiecare piesă, în două poziții diferite.

5 Într-o formă preferată de realizare a invenției, examinarea elementului de amprentă
7 **4** extras cuprinde generarea de microfotografii electronice cu reflexie ale elementului de
amprentă. Pentru evaluarea amprentelor la microscopul electronic cu reflexie, în conformitate
9 cu o formă preferată de realizare a invenției, acestea sunt în prealabil stropite sau pulverizate
cu un strat adecvat, de preferință din aur, aur-paladiu sau platină, folosind de exemplu un
11 aparat de pulverizare cu magnetron, unde grosimea stratului este de obicei între 10 la 20 nm.
Stratul pulverizat stabilește conductivitatea electrică pentru examinarea REM și îmbună-
13 tățește rezistența termică în timpul bombardării cu fascicul de electroni a microscopului
electronic cu reflexie.

15 Parametrii microscopului electronic cu reflexie, în particular- tensiune înaltă și inten-
sitatea curentului de radiație, sunt setați astfel încât amprentele să nu fie deteriorate termic
17 prin expunerea la fasciculul de electroni pe perioada examinării REM. În funcție de micro-
scopul electronic cu reflexie utilizat, sunt posibile următoarele setări: -tensiunea de accelera-
ție maxim 5 keV, intensitatea curentului fasciculului de electroni este mai mică de 100 pA,
19 rezoluție: 1024 x 768 pixeli, pentru detalii adecvate ale imaginii și timpul total de achiziție a
imaginii- mai scurt de 20 de secunde, pentru a minimiza deteriorarea prin radiație.

21 În plus, s-a dovedit utilă plasarea ferestrei de focalizare în afara secțiunii imaginii
utilizabile. De asemenea, s-a dovedit utilă utilizarea unei achiziții a imaginilor prin integrarea
23 Linescan, pentru a compensa posibila schimbare a probei.

25 Pentru a asigura o amprentare și o evaluare optimă, trebuie să se asigure ca zonele
netede ale amprentei sunt setate la un gri închis pe cât posibil, în timpul achiziției de imagini
REM. În general, trebuie asigurat că este utilizat intervalul dinamic de la 0 la 255 niveluri de
27 gri (8 biți). În mod optim, de exemplu, sunt aproximativ 5 până la 10 niveluri distanță la 0 și
la 255. Aceasta poate fi controlată în meniul de histograme al microscopului electronic cu
29 reflexie.

31 Pentru a elabora o documentație de testare, sunt incluse în mod avantajos mai multe
mărimi. Aici este vorba de obicei despre o mărire de 5000 de ori (echivalent cu o lățime a
33 imaginii de 22,8 μm), o mărire de 2000 de ori (echivalent cu o lățime a imaginii de 57 μm),
o mărire de 1000 de ori (echivalent cu o lățime a imaginii de 114 μm) și o mărire de 500x
35 (echivalent cu o lățime a imaginii de 228 μm). Măririle se referă la o dimensiune a imaginii
de 5"x4" (format Polaroid 545) sau la o dimensiune a imaginii de 12,7 cm x 10,2 cm.
37 Imaginile ar trebui să fie reprezentative, adică trebuie să fie evaluată în mod evident o
imagine de ansamblu, care este de cel puțin zece ori mai mare decât suprafața la o mărire
de 500 ori.

39 Prin replicarea suprafeței, adânciturile reale **3** devin porțiuni ridicate **5** pe elementul
de amprentă **4**. Adânciturile **3**, de exemplu limitele deschise ale granulelor sunt întunecate
41 în imaginea originală REM a suprafeței piesei. Pe replica foliei de acetat, adânciturile devin
elevații **5**, care inițial apar luminos în REM din cauza efectului de margine.

43 În continuare, particularitățile metodei conform invenției vor fi explicate mai detaliat.

45 O primă particularitate apare în legătură cu evaluarea imaginilor REM și cu elabo-
rarea documentației de testare. Imaginile REM înregistrate sunt stocate ca date brute, de
47 exemplu în format TIFF. Într-o formă preferată de realizare a invenției, imaginile REM ale
ampreței pentru documentația de testare care urmează să fie elaborată sunt inversate
electronic. Aceasta înseamnă că forma de undă "negru la alb" (valorile nivelului de gri 0 la

255) este inversată într-o imagine negativă (valorile nivelului de gri 255 la 0). Zonele, care sunt albe în imaginea originală, sunt afișate în negru în imaginea inversată. Inversiunea se realizează fie în cadrul sau prin intermediul microscopului electronic cu reflexie în sine, fie într-o etapă de prelucrare ulterioară (de preferință- direct la imaginile REM) în afara microscopului, de exemplu, cu ajutorul unui software corespunzător de procesare a imaginii sau de prelucrare a imaginii, care este executat pe un calculator. Documentația de testare este elaborată de preferință automat în REM cu ajutorul unui software adecvat.

Inversiunea resetează din nou imaginea replică la percepția obișnuită. Cu alte cuvinte, rezultatul imaginii este transferabil și ușor, precum și imediat evaluabil, numai prin inversare, ca o înregistrare obișnuită a suprafeței. Prin operațiunea de inversare este realizată imprimarea optică efectivă a suprafeței reale **8**, folosind REM, caz în care o zonă întunecată reprezintă o adâncitură **3**, o canelură sau chiar un vârf al limitei granulației, în timp ce o zonă luminoasă (gri deschis la alb) reprezintă o suprafață netedă **10**.

Ca un prim exemplu, în fig. 4 este ilustrată o imagine REM a unei amprente a suprafeței brunate **8a** unui oțel de lagăr de rostogolire 100 Cr₆ cu o brunare de înaltă calitate, mărită de 5000 de ori, caz în care în fig. 4B imaginea inversată este comparativ contrastantă cu imaginea de date brute prezentată în fig. 4A. În fig. 5, este prezentată o amprentă care a fost luată pe o altă piesă din același material. Aici, brunarea arată o agresivitate a limitei granulației inadmisibilă. Fig. 5A prezintă din nou imaginea datelor brute și fig. 5B prezintă imaginea inversată.

Ca un al doilea exemplu, în fig. 6 este arătată o imagine REM a unei amprente a suprafeței brunate **8** a unui ASTM Grad 255 cu o brunare de înaltă calitate, mărită de 5000 de ori, caz în care în fig. 6B imaginea inversată este din nou comparativ contrastantă cu imaginea de date brute prezentată în fig. 6A. În fig. 7 este arătată o amprentă, care a fost luată pe o altă piesă din același material. Aici, negrul arată o agresivitate inadmisibilă a limitei de granulație. Fig. 7A prezintă din nou imaginea datelor brute și fig. 7B prezintă imaginea inversată. Fig. 7 prezintă, cu titlu de exemplu, o bară de scală $x = 2 \mu\text{m}$.

O altă particularitate a metodei conform invenției rezultă în legătură cu luarea amprente. Pentru structuri de suprafață relativ adânci, de exemplu șanțuri adânci, așa cum pot apărea pentru piesele **1** slab sau incorect brunate, elementul de amprentă **4** este tras relativ adânc în adâncitura respectivă **3** și se poate bloca acolo.

Atunci când elementul de amprentă **4** uscat este scos, porțiunea înălțată corespunzătoare **11**, datorită elasticității sale, este atunci ușor mai înaltă decât este de adâncă adâncitura **3**. Acest lucru înseamnă că, în cazul unei prezențe reale a distrugerii limitei de grăunte, (adică o agresivitate semnificativă, nedorită, asupra limitei de grăunte), efectul imagistic este ușor amplificat. Aceasta face ca reprezentarea amprente să fie deosebit de obiectivă. O astfel de agresivitate semnificativă, nedorită, asupra limitei de grăunte există de exemplu atunci când golul poate fi observat nu doar în stratul de brunare **2** în sine, ci se continuă și la adâncimi ale suprafeței piesei și acolo cauza deteriorării poate fi oboseala prematură a piesei **1**. S-a constatat că acest efect nu este prezent în cazul unei agresivități asupra marginilor admisibile, care este figurată, de obicei, numai în procesul de brunare (discontinuitate la limitele de grăunte). O astfel de agresivitate admisibilă la limita de grăunte își găsește expresia, de exemplu, într-o întrerupere a stratului de brunare **2** în regiunea grosimii stratului de brunare, fără să se producă nici o deteriorare a piesei. În fig. 1, fundul **12** al adânciturii **3** este la un nivel corespunzător grosimii stratului de brunare, și anume în zona de la sfârșitul brunării sau la începutul materialului de bază.

RO 132991 B1

1 În plus, blocarea elementului de amprentă **4** în adânciturile **3** face ca, datorită
2 rezistenței adezive a elementului de amprentă **4**, la îndepărtarea respectivului element de
3 amprentă **4**, materialul- care a fost deja dizolvat sau este pe cale să se dizolve (adică acele
4 particule care ulterior pot deteriora piesa **1**), să fie scos cu elementul de amprentă **4** din
5 suprafață (și să adere la elementul de amprentă **4**). Acest material (de exemplu acoperiri,
6 particule sau fragmente) se extrage, cu alte cuvinte, în timpul scoaterii elementului de
7 amprentă **4**, de pe suprafața de piesă **8** și poate fi analizat și astfel identificat în ceea ce
8 privește tipul, forma, mărimea, compoziția chimică, etc.

9 Prin aceasta pot fi obținute informații privind eventualele deteriorări anterioare ale
10 piesei. Prin acoperiri este vorba de exemplu despre produsele de reacție la coroziune
11 aderente deja la piesa **1**. Particulele pot fi particule terțe, cum ar fi murdării, care nu provin
12 de exemplu din piesa **1** și nu au legătură cu brunarea. Fragmentele sunt, de exemplu, parti-
13 cule care au fost scoase din piesa **1**, datorită unui atac excesiv al piesei **1** cauzat de o pre-
14 tratare a componentelor, cum ar fi de exemplu granule slăbite inter-cristalin.

15 Prin materialul furnizat în acest fel unei analize nu este vorba despre materialul
16 brunării **2**, ci în primul rând despre materialul piesei **1**, care este îndepărtat în timpul exa-
17 minării brunării piesei prin tragerea elementului de amprentă **4** și poate fi analizat. Într-o
18 considerație pur superficială, după cum a fost folosită în metodele cunoscute anterior pentru
19 încercarea calității de brunare, acesta nu poate fi examinat.

20 Într-o formă preferată de realizare a invenției, examinarea elementului de amprentă
21 **4** cuprinde, prin urmare, în plus față de examenul microscopic (generarea de imagini), o
22 microanaliză dispersivă în energie a materialului care aderă la elementul de amprentă uscat
23 **4**, în particular la porțiunile înălțate **11**. Pentru analiza elementară cantitativă și calitativă, ca
24 parte a unei analize Röntgen dispersive în energie (EDX), pot fi utilizate acele semnale
25 caracteristice (raze X), care rezultă din interacțiunea fasciculului de electroni primar al REM
26 cu materialul.

27 Toate caracteristicile prezentate în descriere, în revendicări și desene pot fi esențiale
28 pentru invenție luate atât individual, cât și în orice combinație între ele.

29 Reperetele din figuri reprezintă următoarele elemente:

30 **1** - piesă;

31 **2** - strat de brunare;

32 **3** - adâncitură (spațiu, fisură) în stratul de brunare;

33 **4** - element de amprentă, folie;

34 **5** - porțiune înălțată (perete) pe folie (replica adânciturii);

35 **7** - lamă;

36 **8** - suprafața stratului de brunare, suprafața piesei;

37 **9** - partea inferioară a foliei;

38 **10** - zonă netedă a stratului de brunare;

39 **11** - vârfuri ale porțiunii înălțate pe folie;

40 **12** - fundul adânciturii în procesul de brunare.

41

RO 132991 B1

Revendicări

	1
1. Metodă de verificare a calității brunării unei suprafețe brunate de piesă (8) feroasă, cuprinzând etapele de:	3
- pregătire a poziției de încercare pe suprafața brunată de piesă (8);	5
- luare a unei amprente a suprafeței brunate de piesă (8), prin intermediul unui element de amprentă (4) aplicat pe poziția de încercare (4) și examinare a elementului de amprentă (4) luat, caracterizată prin aceea că , grosimea elementului de amprentă (4) este mai mică de 60 μm, iar materialul din care este confecționat este ales astfel încât, în timpul luării amprente, elementul de amprentă (4) să fie în mod automat aspirat, fără apăsarea lui pe suprafața brunată a piesei (8).	7 9 11
2. Metodă conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că , o folie de acetat este utilizată ca element de amprentă (4).	13
3. Metodă conform revendicării 1 sau 2, caracterizată prin aceea că , pregătirea poziției de încercare nu include șlefuire, decapare sau lustruire, ci exclusiv o curățare a suprafeței brunate de piesă (8) cel puțin în zona poziției de încercare.	15
4. Metodă conform uneia dintre revendicările de la 1 la 3, caracterizată prin aceea că , luarea amprente cuprinde cel puțin următoarele sub-etape:	17
- umectarea elementului de amprentă (4) cu un solvent;	19
- plasarea elementului de amprentă (4) umed pe poziția de încercare;	
- uscarea elementului de amprentă (4) pe poziția de încercare;	21
- extragerea elementului de amprentă (4) uscat din poziția de încercare.	
5. Metodă conform uneia dintre revendicările de la 1 la 4, caracterizată prin aceea că , examinarea elementului de amprentă (4) extras cuprinde generarea microfotografiilor electronice ale elementului de amprentă (4).	23 25
6. Metodă conform revendicării 5, caracterizată prin aceea că , microfotografiile electronice ale elementului de amprentă (4) sunt inversate electronic pentru utilizare în elaborarea unei documentații de încercare.	27
7. Metodă conform uneia dintre revendicările de la 1 la 6, caracterizată prin aceea că , atunci când se îndepărtează elementul de amprentă (4), cu elementul de amprentă (4) este îndepărtat material din suprafața de piesă (8), care aderă la elementul de amprentă (4).	29 31
8. Metodă conform uneia dintre revendicările de la 1 la 7, caracterizată prin aceea că , examinarea elementului de amprentă (4) extras cuprinde o microanaliză dispersivă în energie a materialului aderat la elementul de amprentă (4).	33
9. Utilizarea metodei conform oricăreia dintre revendicările de la 1 la 8 în conformitate cu tehnica de replicare, pentru testarea calității brunării de pe o suprafață brunată de piesă (8).	35 37

(51) Int.Cl.

C23C 22/83 (2006.01);

G01N 1/44 (2006.01);

G01N 1/28 (2006.01)

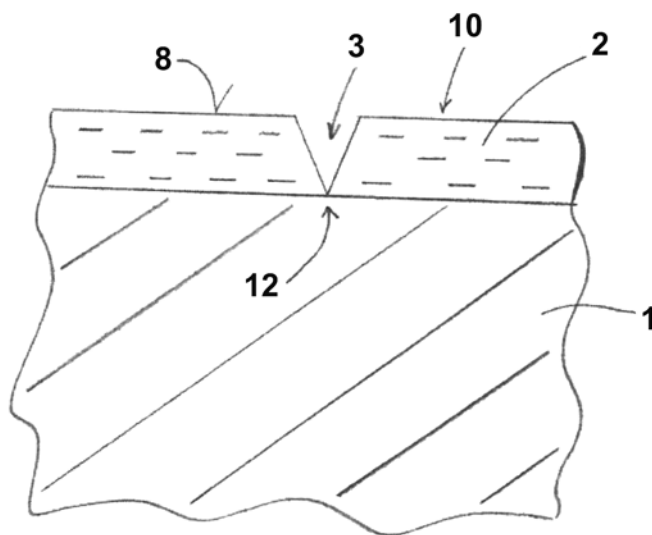


Fig. 1

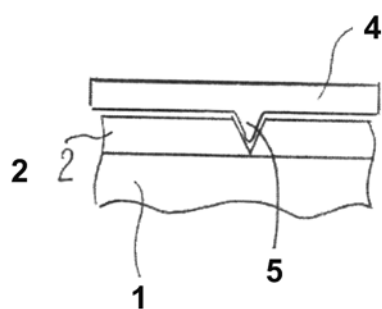


Fig. 2

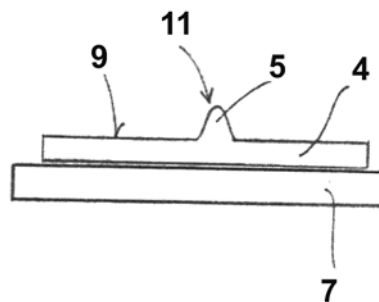


Fig. 3

(51) Int.Cl.

C23C 22/83 (2006.01);

G01N 1/44 (2006.01);

G01N 1/28 (2006.01)

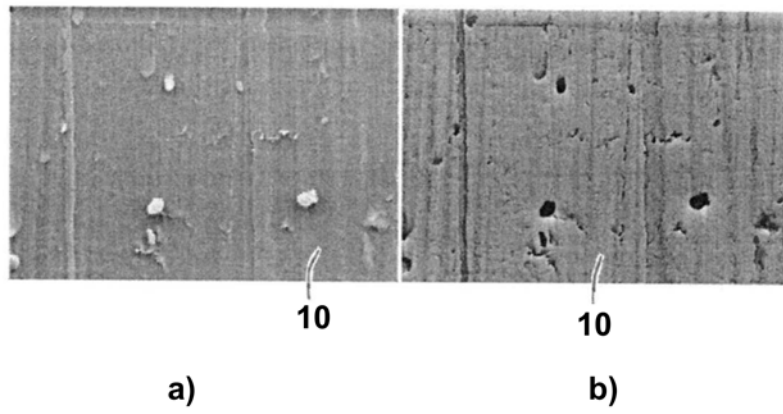


Fig. 4

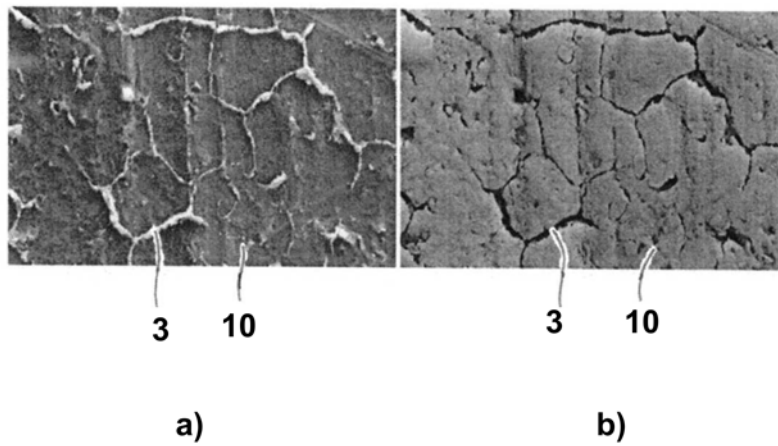


Fig. 5

(51) Int.Cl.

C23C 22/83 (2006.01);

G01N 1/44 (2006.01);

G01N 1/28 (2006.01)

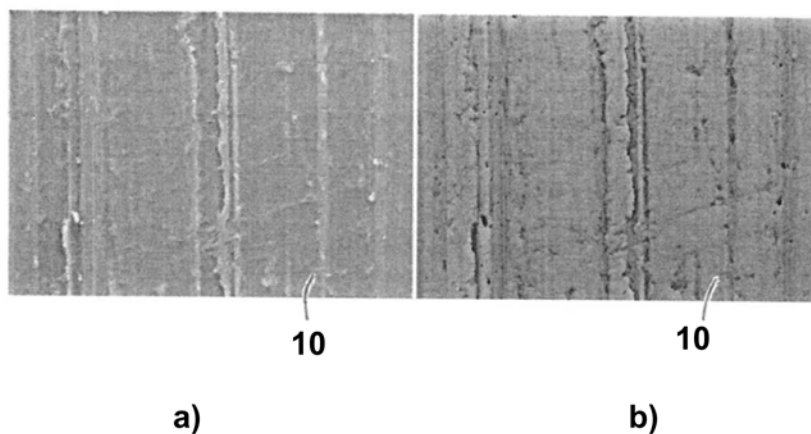


Fig. 6

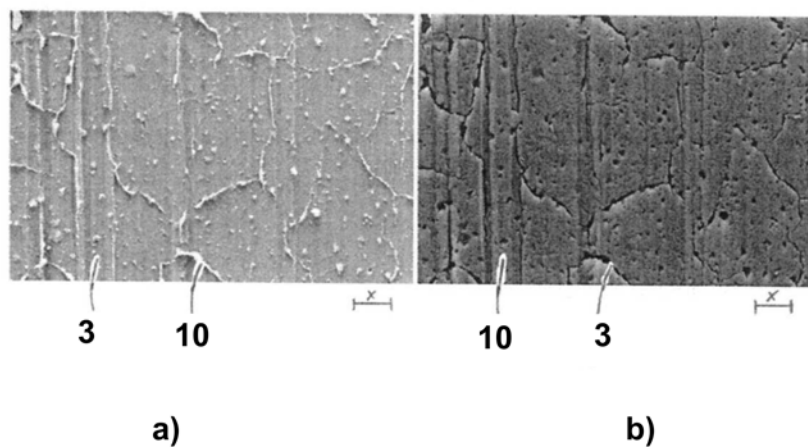


Fig. 7



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 405/2023