



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2017 00684

(22) Data de depozit: 20/09/2017

(41) Data publicării cererii:
29/03/2019 BOPI nr. 3/2019

(71) Solicitant:
• ÎNTREPRINDEREA METALURGICĂ
PENTRU AERONAUTICĂ - METAV S.A.,
STR.BIHARIA NR.67-77, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• CONSTANTINESCU DAN MIHAI,
STR.DR.POLONI VICTOR NR. 17,
SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;
• VLĂSCEANU DANIEL, STR.TEIULUI
NR.13, TITU, DB, RO;
• BĂRLĂDEANU MIHAIL, STR.ROCADEI
NR. 3B, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;

• IONESCU MARIA,
INT. RECONSTRUCȚIEI NR. 6, BL. 28,
SC. 1, ET. 9, AP. 37, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;
• RĂDULESCU MIHAEL-DORU,
STR.NEAGOE VODĂ NR.13-15, BL.2/5,
SC.B, ET.3, AP.25, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;
• GRIGORIU DUMITRU, ȘOS.BANATULUI
NR.118, CHITILA, IF, RO;
• JUGRAVU VICTOR, STR.FREZORILOR
NR.12, BUCUREȘTI, B, RO;
• IRIMIA MIHAILENA,
STR. NICOLAE G. CARAMFIL NR. 48-50,
BL. 11A, SC. A, ET. 3, A.9, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO

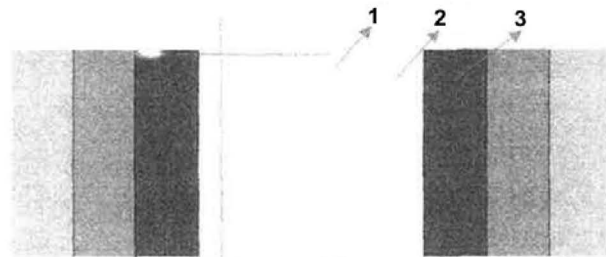
(54) **REȚETE ȘI PROCEDEU DE PROCESARE A MATRIȚELOR
DIN MATERIALE COMPOZITE CU GRADIENT FUNCȚIONAL
DEZVOLTAT ÎN PLAN ORIZONTAL**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la rețete de obținere a unor materiale compozite cu gradient funcțional dezvoltat în plan orizontal, și la un procedeu de obținere a matricelor din aceste materiale, materialele compozite fiind folosite pentru obținerea oțelurilor de scule, cu proprietăți complexe de rezistență la uzură și reziliență, prin tehnologii specifice metalurgiei pulberilor. Rețetele materialelor compozite conform invenției constau în dezvoltarea gradientului funcțional în plan orizontal prin minimum trei straturi verticale, sub formă de bușe I, II și III, procesate fiecare din pulberi metalice de oțel cu compoziții chimice diferite, nivelul de aliere scăzând de la bușea I spre bușea III aflată la exterior, dimensiunile individuale ale bușelor în stare compactată fiind: înălțime de 20...100 mm, diferența dintre diametrul exterior De și diametrul interior Di fiind de minimum 10 mm, iar toleranțele la dimensiunile diametrelor De și Di în stare crudă vor fi H11/d11. Procedeu conform invenției constă în mixarea individuală, în amestecător tronconic, a componentelor sistemelor compozite aferente bușelor I, II și III, compactarea individuală a straturilor la presiuni cuprinse în intervalul 400...550 Mpa, în funcție de caracteristicile mecanice care se doresc obținute, presinterizarea individuală a straturilor în atmosferă controlată la 900°C, timp de 30 min, asamblarea straturilor I, II și III, și sinterizarea acestora

în pachet, în atmosferă controlată la 1200°C, timp de 45 min, recompartarea pachetului de bușe la temperatura de sinterizare la presiuni de 650...700 Mpa, tratament termic de călire-revenire la o temperatură de austenitizare de 1150°C/palier 850...860°C, timp de 45 min, cu răcire în ulei, urmată de răcire în aer, tratament termic de revenire la 550°C/1 h în trei cicluri, și tratament termic de nitrurare ionică la 500...700°C timp de 2 h.

Revendicări: 14
Figuri: 1



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).



13

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2017 00684
Data depozit 20-09-2017

REȚETE ȘI PROCEDEU DE PROCESARE A MATRIȚELOR DIN MATERIALE COMPOZITE CU GRADIENT FUNCȚIONAL DEZVOLTAT ÎN PLAN ORIZONTAL

Prezenta invenție se referă la rețelele matricelor și a sistemelor compozite și la un procedeu de procesare a matrițelor din materiale compozite cu gradient funcțional dezvoltat în plan orizontal.

Două noi clase de materiale avansate cu proprietăți complexe de rezistență la uzură și reziliență s-au impus tot mai insistent pe piața internațională a oțelurilor de scule. Aceste materiale se pot obține prin procedee de dezvoltare cu straturi multistrat compozite dar și prin tehnologii specifice metalurgiei pulberilor. Aceste matriale cu proprietăți unice în comparație cu materialele obținute prin topirese numesc Materiale Gradate Funcțional (*Functionally Gradient Materials-FGM*) și respectiv Materiale Compozite Gradate Funcțional (*Functionally Gradient Composites Materials-FGCM*)

Conceptul de material cu gradient funcțional constă în modificarea spațială a compoziției chimice pe o direcție preferențiată, astfel încât, de exemplu, de la o suprafață care constă în materialul "A" cu proprietăți de rezistență la uzură, prin schimbări treptate ale compoziției chimice, se trece treptat la suprafața opusă care constă din materialul "B" cu proprietăți de scut termic sau de rezistență la coroziune.

În comparație cu solidificarea lingourilor de oțeluri de scule care poate fi de ordinul a zeci de ore, solidificarea în jet de apă sau azot a particulelor de pulbere este infinit mai rapidă.

Datorită solidificării cvasi instantanee, particulele de pulbere atomizate reprezintă un nano-lingou care s-a solidificat atât de rapidă încât segregarea chimică, creșterea carburilor metalice și creșterea graunților cristalini sunt suspendate

Solidificarea instantanee a particulelor de pulberi generează superioritatea oțelurilor procesate din pulberi metalice de oțel de scule față de oțelurile monolitice elaborate prin topire și implicit a pieselor procesate din pulberi metalice de oțeluri de scule pentru lucru la rece prin aceea că:

- a) dimensiunile medii ale carburilor metalice din pulberile metalice sunt de 0,8-2,3 μm comparativ cu 12-17 μm sau mai mari până la 25-30 μm în cazul oțelurilor elaborate prin topire,
- b) lipsa rețelelor de carburi dispuse la limita grăunților cristalini sau a clusterelor de carburi metalice;

c) distribuția uniformă a carburilor, d) uniformitatea compoziției chimice, e) grăunți cristalini de finețe ridicată.

Pulberile de oțel rapid marca M2 (3,75-4,50 % Cr; 1,60-2,20 % V; 5,50-6,75 % W; max 1.0 % Co) dar și mărcile M3(cu cca 3% V) și M4 (cu cca 4% V), conțin carburi de vanadiu și de wilfram de tipul VC, W₂C și WC iar în stare sinterizatăși de tratament termic de călire-revenire prezintă valori ridicate ale durezzații, peste 65 HRC și ale rezistenței la uzură motiv pentru care, sunt indicate pentru dezvoltarea matricelor materialelor compozite (Metal Matrix Composite-MMCs) și a matrialelor de tip FGCM dezvoltate pentru procesarea aplicațiilor industriale solicitate la uzură abrazivă intensă.

Tratamentul termic de călire revenire presupune încălzirea cu un palier de temperatură la 840/860 °C, autenitizare la 1150°C-1230°C și două sau trei reveniri la temperatura de 550°C cu menținere de cca. 3h/ciclu. Microstructura matricei de oțel rapid după tratamentul de călire și revenire este martensită de revenire în care sunt uniform distribuite carburile menționate cu diemnsiuni între 1,0 -2,5 μm.

Pulberile de oțel mediu și înalt aliate de tipul AISI A2 (5,13% Cr; 1,15% Mo;max 0,33% V; 1% Mn; max. 0,50% Si) și AISI D2 (11-13% Cr, max. 1,10% Ni, 0,7-1,2 % Mo, max 0,25 % Cu) sunt de asemenea indicate pentru procesarea aplicațiilor industriale care necesită rezistență la uzură datorită durezzații matricei, rezistenței la uzură conferită de carburile de crom, tenacității superioare oțelurilor rapide și nu în ultimul rând prețului de cost mai redus. Carbonul se adăunează în mixul sistemelor compozite sub formă de pulbere de grafit în procente de masă raportate la masa pulberii de oțel, fără a lua în calcul masa celorlalte componente.

Materiale din clasele **FGM** și **FGCM**, sunt actualmente procesate prin sinterizare cu laser a straturilor cu compoziții chimice diferite depuse prin pulverizare, metalizare prin pulverizare termică-metalizare în jet de plasmă, metalizare în arc electric, metalizate în plasmă de inducție, depunere chimica de vapori (Chemical Vapour deposition-CVD) depunere fizică de vapori (Physical Vapour Depositon-PVD), placare ionică prin pulverizare specială, sau prin evaporare cu fascicol laser, turnare centrifugalăși într-o măsură mai redusă prin tehnologii specifice metalugiei pulberilor. Straturile dure depuse prin aceste procedee pot fi straturi simple , straturi duble, straturi gradate funcțional sau straturi compozite cu gradient funcțional.

Dezavantajele acestor metode de procesare a FGCM sunt următoarele:

-straturile/filmele subțiridepuse de tipul TiN, TiCN, CrN, TiAlN cu durități cuprinse între 1500-3000 HV și grosimi de la 2-5 μm până la max 25 μm sunt deosebit de fragile motiv pentru care de cele mai multe ori fisurează, se rup și se exfoliază de pe substrat mai ales atunci când între substrat și stratul depus nu există afinitate chimică;

-necesită o pregătire minuțioasă a substratului, lustruire, dezoxidare, degresare iar rugizitatea suprafeței trebuie să fie deosebit de ridicată pentru a se obține un luciu metalic pe ntru stratul depus;

-controlul proceselor de vaporizare, transport și condensare a materialului oxidic sau a nitrurii pe suprafața substratului este dificil.

-în toate cazurile sculelor de compactare pulberi sau extrudare la rece a oțelului oțelul suport este tot un oțel oțel rapid elaborat prin topire ale cărui proprietăți de rezistență la uzură și reziliență sunt inferioare celor ale matricelor din pulberi de oțel rapid.

Prezenta cerere de brevet vizează eliminarea dezavantajelor menționate mai sus prin înlocuirea procedeelor de realizare a gradientului compozit funcțional prin straturi subțiri sau prin turnare centrifugală cu un procedeu bazat pe materiale și tehnologii specifice metalurgiei pulberilor.

Proiectarea rețetelor matricelor și sistemelor compozite aferente materialelor FGCM cu gradient funcțional dispus în plan orizontal conform invenției constă în:

a) selectarea naturii pulberilor matricelor aferente sistemelor compozite din care sunt dezvoltate straturile verticale se face în funcție de natura materialului procesat -pulbere de oțel rapid sau pulbere de oțel cu grad de compresibilitate mai redus, oțel monolitic deformabil plastic la rece cu un coeficient de carbon echivalent peste 0,3 și tipul utilajului de presare, presă mecanică, presă hidraulică, automat de forjare etc.

b) pentru presele mecanice care transmit șocuri puternice sculelor se recomandă obținerea unei tenacități mai ridicate a materialului FGCM de oarece ieșirea din serviciu a matrițelor din oțeluri rapide elaborate prin topire se datorează rezilienței insuficiente care provoacă spargerea frecventă a acestora și într-o măsură mai redusă uzării/decalibrării locașului.

c) selectarea naturii carburilor de ranforsare se face în funcție de valorile modulului de elasticitate și valorile rezistenței la compresiune ale acestora care se vor corela cu nivelul presiunilor transmise de utilajul de presare sculelor și materialelor procesate în aceste matrițe.



Procesarea materialor FGCM conform invenției presupune:

a) dezvoltarea a cel puțin trei straturi succesive de sisteme compozite cu grosimea de cel puțin 10 mm, dispuse în plan vertical, astfel încât gradientul funcțional să se dezvolte în plan orizontal;

b) fiecare strat vertical al materialului FGCM are forma unei bușe compozite;

c) bușele cu matrice din sisteme compozite cu compoziții chimice graduale ale matricelor și grade de ranforsare diferite, se presinterizează individual, se assemblează concentric și se sinterizează împreună astfel încât să se obțină o sudură locală pe suprafețele concentrice ale acestora;

d) de la temperatura de sinterizare bușele compozite gradate funcțional sunt recompac-tate/represate simultan în matriță și la final sunt tratate termic prin călire revenire și nitrurate ionic;

Exemplul 1. Proiectarea rețetelor matricelor și sistemelor compozite aferentematrițelor din materiale compozite cu gradient funcțional dezvoltat în plan orizontal pentru matrițe folosite pentru compactarea pulberilor de oțel cu compresibilitate redusădestinate să lucreze pe prese mecanicecare transmit sculelor șocuri mecanice puterniceși procesează materiale cu compresibilitate scăzută respectiv rezistență de deformare ridicată:

a) dimensiunile și rețeta sistemului compozit, *strat I / bușă I*

-grosimea peretelui bușei I: min. 15 mm,

-înălțimea bușei după compactare la 550 MPa: max 100 mm

-componentele sub formă de pulberi care alcătuiesc sistemul compozit: 60 % vol¹. pulbere de oțel rapid M2/ 20-150 μm +15% vol. pulbere de oțel AISI A2 / 20-150 μm; 25 % vol WC/ max 10-15 μm + 0,8-1,0 % wt². C/ 25-50 μm;+1,5-2,0% wt Cu³ /max 50μm; 0,75%wt StZn/15-30 μm;

b) dimensiunile și rețeta sistemului compozit, *strat II / bușă II:*

-grosimea peretelui bușei II: min. 15 mm,

-înălțimea bușei după compactare la 550 MPa: max 100 mm

¹ Procente volumetrice

² Procente de masă raportată la masa pulberii de oțel

³ Procente de masăraportată la masa pulberii de oțel

-componentele sub formă de pulberi care alcătuiesc sistemul compozit : 85 % vol pulbere de oțel de sule AISI A2 / 20-150 μm ; 15 % vol Al_2O_3 / max 25 μm + max 0,8 % wt. C / 25-50 μm ; +1,5-2,0 % wt Cu / max 50 μm ; 0,75 % wt StZn / 15-30 μm ;

c) dimensiunile și rețeta sistemului compozit, *strat III / bucșa III*:

-grosimea peretelui bucșei III: min. 15 mm,

-înălțimea bucșei după compactare la 550 MPa: max 100 mm

-componentele sub formă de pulberi care alcătuiesc sistemul compozit : 90 % vol pulbere de oțel slab aliat / 20-150 μm ; 10 % vol Al_2O_3 / max 25 μm + max. 0,8 % wt. C / 25-50 μm ; +1,5-2,0 % wt Cu / max 50 μm ; 0,75 % wt StZn / 15-30 μm ;

Exemplul 1 Procedeu de procesarea matrițelor din materiale compozite cu gradient funcțional dezvoltat în plan orizontal pentru matrițe folosite pentru compactarea pulberilor de oțel cu compresibilitate redusă destinate să lucreze pe prese mecanice care transmit sculelor șocuri mecanice puternice și procesează materiale cu compresibilitate scăzută, respectiv, rezistență de deformare ridicată:

1).mixarea individuală în amestecător tronconic a componentelor sistemelor compozite aferente bucșelor I, II, și III

2) compactare individuală strat / bucșe I,II și III : presiunea de compactare 550Mpa

3) presinterizare individuală strat / bucșe I,II, și III: atm. controlată /900°C /30 min

4) asamblare straturi / bucșelor I, II, și III și sinterizare în pachet: atm. controlată / 1200°C /45 min

5) recompactarea pachetului de bucșe: de la temp. de sinterizare/650-700 Mpa


6) tratament termic de calire revenire: temp. de austenitizare 1150°C/palier 840-860 °C/45 min; răcire în ulei urmată de răcire în aer.

7) tratament termic de revenire; temp/ 550°C / 1h /3 cicluri

8) tratament termic de nitrurare ionocă: 500-700 °C/2 h.

Exemplul 2Proiectare rețetelor matricelor și sistemelor compozite aferente matrițelor din materiale compozite cu gradient funcțional dezvoltat în plan orizontal pentru matrițe folosite pentru compactarea pulberilor de oțel cu compresibilitate redusă destinate să lucreze pe prese hidraulice care transmit sculelor șocuri mecanice reduse și procesează materiale cu compresibilitate ridicată respectiv, rezistență redusă la deformare:

a) dimensiunile și rețeta sistemului compozit, *strat I /bucșa I*



-grosimea peretelui bușei I: min. 15 mm,

-înalțimea bușei după compactare la 400-450 MPa: max 100 mm

-componentele sub formă de pulberi care alcătuiesc sistemul compozit : 70 % vol. pulbere de oțel rapid D2 / 20-150 μm + 30 % vol. TiC / Al₂O₃/ max 10-15 μm +1,4-1,6 % wt C / 25-50 μm ;+1,5-2,0 % wt Cu /max 50 μm ; 0,75 % wt StZn /15-30 μm ;

b) dimensiunile și rețeta sistemului compozit, *strat II / bușă II*:

-grosimea peretelui bușei II: min. 15 mm,

-înalțimea bușei după compactare la 400-450 MPa: max 100 mm

-componentele sub formă de pulberi care alcătuiesc sistemul compozit : 85 % vol pulbere de oțel de sule AISI A2 / 20-150 μm + 15 % vol Al₂O₃ / max 25 μm + max 0,8 % wt. C / 25-50 μm ;+1,5-2,0 % wt Cu /max 50 μm ; 0,75 % wt StZn /15-30 μm ;

c) dimensiunile și rețeta sistemului compozit, *strat III /bușă III*:

-grosimea peretelui bușei III: min. 15 mm,

-înalțimea bușei după compactare la 400-450 MPa: max 100 mm

-componentele sub formă de pulberi care alcătuiesc sistemul compozit : 90 % vol pulbere de oțel slab aliat / 20-150 μm ; 10 % vol Al₂O₃ / max 25 μm + max. 0,8 % wt. C / 25-50 μm ;+1,5-2,0 % wt Cu /max 50 μm ; 0,75 % wt StZn /15-30 μm ;

Exemplul 2 Procedeu de procesarea matrițelor din materiale compozite cu gradient funcțional dezvoltat în plan orizontal pentru matrițe folosite pentru compactarea pulberilor de oțel cu compresibilitate redusă destinate să lucreze pe prese mecanice care transmit sculelor șocuri mecanice puternice și procesează materiale cu compresibilitate scăzută, respectiv, rezistență de deformare ridicată:

1) mixarea individuală în amestecător tronconic a componentelor sistemelor compozite aferente bușelor I, II, și III

2) compactare individuală strat / bușe I,II și III : presiunea de compactare 400Mpa

3) presinterizare individuală strat / bușe I,II, și III: atm. controlată /800-900°C /30 min

4) asamblare straturi / bușelor I, II, și III și sinterizare în pachet: atm. controlată / 1150-1200°C /45 min

5) recompactarea pachetului de bușe: de la temp. de sinterizare/550-600 Mpa

6) tratament termic de calire revenire: temp. de austenitizare 990-1050 °C/palier 650-750°C/45 min; răcire în ulei urmată de răcire în aer sau răcire în cuptor cu vid și gaz sub presiune

7) tratament termic de revenire: 250°C / 2 h

8) tratament termic de nitrurare ionică: 500-700 °C/2 h.

Avantajele invenției sunt următoarele:

- creșterea rezistenței la uzură a matrițelor pentru lucru la rece datorită superiorității caracteristicilor microstructurale ale pulberilor de oțel rapid - finețe și uniformitatea distribuției carburilor, uniformitatea compoziției chimice, puritate în comparație cu caracteristicile oțelurilor rapide și oțelurilor înalt aliate pentru scule la rece elaborate prin topire;

- creșterea rezistenței la uzură a matrițelor pentru lucru la rece datorită ranforsării volumice de până la 30 % vol. a matricelor cu particule dure de carburi cu dimensiuni de până la max 15 μm, astfel că volumul total al carburilor ajunge la cca 45% vol., comparativ cu max 25 % volum al carburilor în oțelurile rapide elaborate prin topire;

- creșterea fiabilității în exploatare a matrițelor procesate din materiale FGCM datorită rezilienței superioare a matricelor hibride din pulberi de oțel rapid și pulberi de oțeluri de scule în comparație cu oțelurilor rapide și oțelurile înalt aliate pentru scule la rece elaborate prin topire;

- creșterea fiabilității în exploatare a matrițelor procesate din materiale FGCM prin eliminarea acoperirilor subțiri care sunt fragile, se rup și se exfoliază în cazul incompatibilității cu materialul suport;

- reducerea costurilor de fabricație a matrițelor procesate din materiale FGCM prin utilizare pulberii de oțel rapid în proporție volumică de cca 25 % , respectiv a pulberilor de oțeluri de scule prin folosirea aluminei Al₂O₃ pentru ranforsarea starturilor verticale II și III ale gradientului funcțional;

- posibilitatea controlului activ al parametrilor tehnologici pe tot fluxul de fabricație fapt ce permite o predicție sigură a caracteristicilor funcționale a matrițelor.

Bibliografie

Brevete

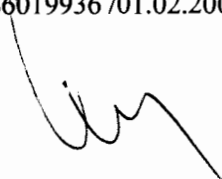
[1] US 258123 / 06.12.2013, A method for fabricating functionally graded hybrid metal matrix composites

[2] US 6136452 / 24.10.2000, Centrifugal synthesis and processing of functionally;

[3] US 5316068 / 31.05.1994, Method for producing casting with functional gradient;

[4] US 5455000A / 03.10.1995, Method for preparation of functionally gradient, material;

[5] US 6019936 / 01.02.2000, Method for manufacturing. functionally gradient composite materials



[6] US20060172073 / 03.08.2006, Methods for production of FGM net shaped body for various applications

Articole și publicații

[1] Lokesh Singh, A review on Functionally Graded Materials, International Journal of Research in Aeronautical and Mechanical Engineering, vol. 4, June 2016

[2] M. Madej, Phase reactions during sintering of M3/2 based composites with WC additions, Archives of metallurgy and materials, vol. 58, 2013

[3] M. Madej, The tribological properties of high speed steel based composites, Archives of Metallurgy and Materials 55, 1, p.61-68 (2010).

[4] Kieback, B., Neubrand, A., Processing techniques for functionally graded materials. Materials Science and Engineering: A, 362(1-2), (2003). P.81–106

[5] Z. Zalisz, A. Watts, S.C. Mitchell, Friction and wear of lubricated M3 Class 2 sintered high speed steel with and without TiC and MnS additives, Wear 258, (2005).

[6] J.A. Jimenez, M. Cars, G. Frommeyer, Microstructural and mechanical characterisation of composite materials consisting of M3/2 high speed steel reinforced with NbC, Powder Metallurgy 48, 4, p.371-376 (2005).

/7/ E. Gordo, F Velasco, J. M. Torralba Wear mechanisms in high speed steel reinforced with (NbC)p and (TaC)p MMCs, Wear, 239 (2000) p 251-259

/8/ Mahmoud M. Nemat-Alla1 Powder Metalurgical Fabrication and Microstructural Inves-tigation Of Aluminum/Steel Functionally Graded Material; Materials science and Applications, 2011,2, 1708-1718

/9/ J.Y Hascoet, P. Muller Manufacturing of Complex Parts With Continuous Functionally Graded Materials;(FGM) Institut de Recherche en Communications et Cybernetique de Nantes; Aug. 2011.

/10/ Isha Bharti, Nishu Gupta Novel Applications of Functionally Graded Materials. IJM; Vol 1 2013

/11/ L.A. Dobrzański, A. Kloc Effect of carbon concentration on structure and properties of the gradient tool materials; Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering; Vol. 17. July-August 2006.



REVENDICĂRI

1. Metodă de proiectare a rețetelor matricelor și sistemelor compozite matrițelor din materiale de tip FGCM cu dispunerea gradien-tului funcțional în plan orizontal, utilizate la compactarea pulberilor de oțel/extrudarea la rece a oțelului, caracterizată prin aceea că pentru creșterea performanțelor în serviciu și reducerea costurilor de fabricație a acestora, selectarea compoziției chimice a pulberii de oțel aferentă matricei care este solicitată la uzură abrazivă intensă se face în funcție de tipul utilajului pe care urmează să intre în serviciu, respectiv, presă mecanică, presă hidraulică, automat de forjare etc.

2. Metodă de proiectare a rețetelor materialelor de tip FGCM conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că dezvoltarea gradientului funcțional în plan orizontal se obține prin minimum trei straturi verticale reprezentate de trei componente / bucușe- I, II, și III procesate fiecare din pulberi metalice de oțel cu compoziții chimice diferite, nivelul de aliere al pulberilor scăzând de la bucușa I spre bucușa III aflată la exterior.

3. Metodă de proiectare a rețetelor matricelor și sistemelor compozite aferente materialelor FGCM conform revendicării 2 caracterizată prin aceea că dezvoltarea gradientului funcțional în plan orizontal se face prin trei bucușe ale căror dimensiuni individuale în stare compactată pot fi: înălțime cuprinsă între 20 - 100 mm; diferența dintre diametrul exterior D_e și diamteril interior D_i , min. 10mm, iar toleranțele la dimensiunile diametrelor interioare și exterioare ale bucușelor în stare crudă vor fi $H11/d11$.

4. Metodă de proiectare a rețetelor materialelor de tip FGCM conform revendicării 3, caracterizată prin aceea că în cazul preselor hidraulice care nu transmit șocuri ridicate sculelor, matricea bucușei I de la interiorul matriței este o pulbere de oțel rapid cu o distribuție granulometrică între 20-160 μm ranforsată volumic 30% cu particule dure de carburi astfel încât să se asigure o împachetare a particulelor de pulbere, o porozitate minimă, o densitate relativă cât mai ridicată și o rezistență la uzură maximă.

5. Metodă de proiectare a rețetelor materialelor de tip FGCM conform revendicării 4, caracterizată prin aceea că în cazul presiunilor de lucru de peste 600 MPa care conduc la deformații elastice radiale ale matriței, particulele de ranforsare sunt selectate în funcție de valorile rezistentei la compresiune și valorile modulului de elasticitate ale particulelor de ranforsare și acestea vor fi carbura de wolfram WC și carbura de titan TiC

6. Metodă de proiectare a rețetelor materialelor FGCM conform revendicării 1 caracterizată prin aceea că în cazul preselor mecanice care transmit șocuri ridicate sculelor, matricea bușei de la interiorul matriței va fi un mix constituită din 75 % pulberi de oțel rapid +25 % pulberi de oțel de scule mediu aliat pentru lucru la rece, astfel încât tenacitatea matricei bușei interioare să poată prelua șocurile mecanice generate de presă;

7. Metodă de proiectare a rețetelor materialelor FGCM conform revendicării 1 caracterizată prin aceea că matricea bușei II va fi o pulbere de oțel mediu aliat/oțel hibrid, iar matricea bușei III va fi o pulbere de oțel master.

8. Metodă de proiectare a rețetelor materialelor de tip FGCM conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că natura particulelor de ranforsare a matricei va fi stabilită în funcție de presiunile de lucru dezvoltate de presă și de nivelul șocurilor care se transmit poansoanelor și matrițelor;

9. Procedeu de procesare a matrițelor cu dezvoltarea gradientului funcțional în plan orizontal conform revendicării 1 caracterizat prin aceea că bușele I, II și III se compactează fiecare, individual pe presă hidraulică la presiuni de 550 Mpa

10. Procedeu de procesare a matrițelor cu dezvoltarea gradientului funcțional în plan orizontal conform revendicării 9 caracterizat prin aceea că bușele I, II și III se presinterizează individual în atmosferă controlată la cca 900-1000 °C.

11. Procedeu de procesare a matrițelor cu dezvoltarea gradientului funcțional în plan orizontal conform revendicării 10 caracterizat prin aceea bușele I, II și III se assemblează concentric și se sinterizează în pachet în atmosferă controlată la temperatura de 1150-1230°C timp de 45-60 min.

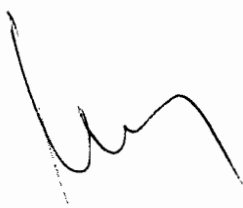
12. Procedeu de procesare a matrițelor cu dezvoltarea gradientului funcțional în plan orizontal conform revendicării 11, caracterizat prin aceea că ansamblu de bușe sinterizat în pachet este represetat de la temperatura de sinterizare la presiune de 600-700 MPa, astfel încât să se elimine porozitățile reziduale din corpul matriței și să se obțină o densitate similară densității teoretice.

13. Procedeu de procesare a matrițelor cu dezvoltarea gradientului funcțional în plan orizontal conform revendicării 12, caracterizat prin aceea că după operația de recompactare matrițele sunt tratate termic prin calire revenire urmărindu-se obținerea unei durități maxime a



bucșei I din interiorul matriței cu matrice din pulberi de oțel de rapid AISI M2 sau oțel hibrid 75% AISI M2+25 % AISI D2 / A2 ranforsate volumic cu 30% particule de carburi metalice.

14. Procedeu de procesare a matrițelor cu dezvoltarea gradientului funcțional în plan orizontal conform revendicării 13, caracterizat prin aceea că după tratamentul termic de călire și revenire în trei trepte, gravura matriței este tratată prin nitrurare ionică.



DESENE BREVET INVENȚIE

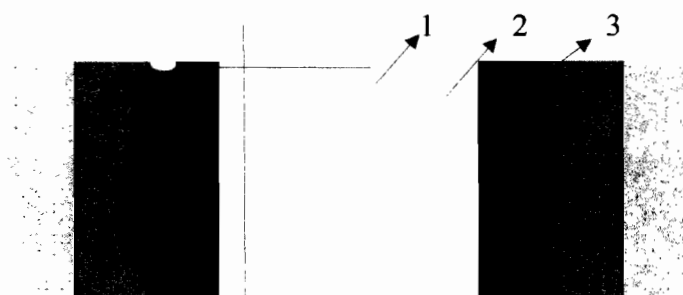


Fig 1. Straturi verticale de materiale compozite cu matrice gradate funcțional din punct de vedere al compoziției chimice și al gradelor volumice de ranforsare

1. Strat I / Bucșa I; 2. Strat II / Bucșa II; 3. Strat III / Bucșa III

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long tail stroke.