



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2017 01033**

(22) Data de depozit: **06/12/2017**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/02/2022** BOPI nr. **2/2022**

(41) Data publicării cererii:
28/06/2019 BOPI nr. **6/2019**

(73) Titular:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
INGINERIE ELECTRICĂ ICPE-CA,
SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **LUNGU MAGDALENA VALENTINA,
BD. IULIU MANIU NR. 65, BL. 7P, SC. 7,
ET. 2, AP. 211, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,
RO;**
• **ENESCU ELENA, DRUMUL TABEREI
NR.64, BL.F 4, SC.5, AP.80, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **LUCACI MARIANA, BD.DINICU GOLESCU
NR.39, BL.5, SC.2, ET.5, AP.54, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **CÎRSTEA CRISTIANA DIANA,
STR. PORUMBACU NR. 1, BL. 24, SC.C,
ET. 7, AP. 151, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,
RO;**

• **TĂLPEANU DORINEL,
ALEEA BĂRBĂTEȘTI NR. 1, BL. 58, SC. 2,
ET. 1, AP. 26, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B,
RO;**
• **MITREA SORINA ADRIANA,
STR. CÂMPIA LIBERTĂȚII NR. 6,
BL. PM 56, SC. 1, ET. 8, AP.30, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **PĂTROI DELIA, STR.VATRA DORNEI
NR.11, BL.18 B+C, SC.2, ET.1, AP.49,
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **BRĂTULESCU ALEXANDRA,
STR.BECAȚEI NR.29, BL.VN 9, SC.A, ET.5,
AP.23, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **MARIN MIHAI, STR.ZBOINA NEAGRĂ,
NR.9, BL.117,SC.1, ET.3, AP.19,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **GODEANU PETRIȘOR,
STR. MIHAIL SEBASTIAN NR. 137, BL. V79,
SC.2, AP. 42, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B,
RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**RO 101822; CN 103418786 A;
CA 2551256 A1**

(54) **PROCEDEU DE OBTINERE A UNUI MATERIAL COMPOZIT
SINTERIZAT PE BAZĂ DE WOLFRAM-CUPRU,
PENTRU CONTACTE ELECTRICE DE ARC**



RO 133425 B1

1 Inventția se referă la un procedeu de obținere a unui material compozit sinterizat pe
2 bază de wolfram-cupru (W-Cu), pentru contacte electrice de arc cu formă complexă, de tip
3 inele de protecție și vârfuri de contact necesare echipării unor aparate electrice de comutație,
4 cum ar fi întreruptoarele de medie și înaltă tensiune, cu comutație în ulei mineral
5 electroizolant sau gaz SF₆ (hexafluorură de sulf).

6 Se cunoaște faptul că piesele de contact electric realizate din materiale compozite
7 sinterizate pe bază de W-Cu care se utilizează în întreruptoare de medie și înaltă tensiune
8 cu comutație în ulei mineral electroizolant sau gaz SF₆ trebuie să prezinte microstructură
9 omogenă, densitate mare, duritate mare, conductivitate electrică și termică ridicată, rezis-
10 tență mare la eroziunea arcului electric, rezistență mare la șoc termic și mecanic, rezistență
11 de contact mică și rezistență mare la sudură în serviciu, deoarece sunt supuse la uzură atât
12 în timpul funcționării normale, cât și la ruperea curenților de scurt-circuit.

13 În plus, uzura contactelor electrice și mediul de comutație afectează adesea
14 performanța și durata de viață a întreruptoarelor de medie și înaltă tensiune.

15 Proprietățile funcționale (rezistență la eroziunea dată de arcul electric, rezistență la
16 șoc termic și mecanic, rezistență de contact și rezistență la sudură în serviciu) ale contac-
17 telor electrice pe bază de W-Cu sunt influențate de microstructură și de proprietățile fizice,
18 electrice, termice și mecanice ale acestora. Aceste proprietăți sunt influențate de conținutul
19 de W, Cu și al elementelor de adaos, puritatea, dimensiunea și forma particulelor, precum
20 și de metodele de obținere a amestecurilor de pulberi din W, Cu și elemente de adaos și de
21 tehnicile de prelucrare a acestora în piese de contact electric la forma și dimensiunile dorite.
22 Elementele de adaos se aleg de regulă din gama metalelor de tranziție (Ni, Fe, Co, Zn, Ag,
23 etc.) și au rol de agenți de umectare între particulele de W și particulele de Cu în timpul
24 procesului de sinterizare. Concentrația gravimetrică maximă a elementelor de adaos în
25 materialele compozite pe bază de W-Cu este de regulă 1%, dar poate fi extinsă la 3%.

26 Materialele compozite din W-Cu sunt alcătuite din compuși eterogeni, și anume un
27 element refractar din wolfram (W) și un element moale, maleabil și ductil din cupru (Cu).
28 Wolframul prezintă densitate mare, duritate mare, punct de topire ridicat, rezistență la
29 temperaturi înalte, coeficient scăzut de dilatare termică și rezistență la eroziunea arcului
30 electric, în timp ce Cu prezintă conductivitate electrică și termică ridicată. Elementele de
31 adaos ajută la scăderea energiei de activare a sinterizării, permițând utilizarea unor tem-
32 peraturi de sinterizare mai mici a materialelor compozite pe bază de W-Cu, comparativ cu
33 cele care nu conțin elemente de adaos. De asemenea, elementele de adaos contribuie la
34 îmbunătățirea proprietăților mecanice (durității), dar înrăutățesc conductivitatea electrică și
35 termică.

36 Piesele de contact electric sunt fabricate în diverse dimensiuni și forme geometrice
37 simple sau complexe, în funcție de tipul aparatelor electrice de comutație pe care le
38 echipează. Metodele de fabricare a amestecurilor de pulberi compozite și a materialelor sin-
39 terizate din W-Cu pentru obținerea contactelor electrice variază semnificativ între
40 producători, conducând la proprietăți diferite ale materialelor sinterizate și ale pieselor de
41 contact electric realizate din acestea.

42 Amestecurile de pulberi compozite din W-Cu nedopate sau dopate cu unul sau mai
43 multe elemente de adaos se pot produce prin diferite metode, dintre care metodele comune
44 sunt amestecarea mecanică, alierea mecanică și măcinarea în mori cu energie înaltă a
45 pulberilor elementare în condiții uscate sau umede.

46 Se cunoaște faptul că materialele compozite pe bază de W-Cu se fabrică prin tehnici
47 ale metalurgiei pulberilor, deoarece W și Cu nu au solubilitate reciprocă pe întreaga gamă
48 de compoziții sau solubilitatea este foarte scăzută (uzual <10⁻³% atomice), iar umectarea
49 particulelor de W de către Cu este redusă chiar și pentru compozitele care conțin cantități
mari de Cu.

1 lichid sunt principalii factori care influențează densificarea compozitelor. Dezavantajul
procedeului constă în faptul că se poate produce o deformare a compozitelor sinterizate în
3 cazul existenței unei cantități mari de Cu lichid în scheletele de W.

5 Procedeul sinterizării activate și infiltrării este utilizat de regulă pentru obținerea de
materiale compozite sinterizate pe bază de W-Cu pentru compoziții cu 50-85% W. Deza-
vantajul acestui procedeu constă în faptul că tratamentele termice de sinterizare, respectiv,
7 de infiltrare, au loc la temperaturi înalte, de peste 950°C, respectiv de minim 1150°C, cu
durate mari de menținere pe palierul de tratament termic, care deși îmbunătățesc densifi-
9 carea materialelor sinterizate pot duce la scurgerea de Cu din scheletele de W și la segrega-
rea cuprului, astfel încât pot să rezulte microstructuri neomogene, care duc la scăderea
11 proprietăților materialelor.

13 Se cunoaște procedeul sinterizării cu microunde a unor materiale compozite pe bază
de W-Cu cu un conținut de 15-18% Cu și cu diametrul de 13-27,5 mm și înălțimea de
3-8 mm, care după presarea uniaxială a pulberilor compozite cu 200-600 MPa, se
15 sinterizează cu microunde la temperaturi de 1000-1400°C, cu viteze mari de încălzire, astfel
încât durata de procesare poate fi de maxim 3 h (A. Mondal, A. Upadhyaya, D. Agrawal,
17 **"Comparative study of densification and micro structural development in W-18Cu
composites using micro wave and conventional heating"**, Materials Research
19 Innovations, Vol. 14, 2010, pp. 355-360; Y. Zhou, Q.X. Sun, R. Liu, X.P. Wang, C.S. Liu,
Q.F. Fang, **"Microstructure and properties of fine grained W-15 wt.% Cu composite
21 sintered by micro wave from the sol-gel prepared powders, Journal of Alloys and
Compounds"**, Vol. 547, 2013, pp. 18-22). Dezavantajul metodei constă în faptul că pentru
23 materiale compozite de dimensiuni mari se pot obține microstructuri neuniforme, datorită
gradientilor de temperatură, care pot limita vitezele de încălzire. De asemenea, frecvența și
25 puterea sursei de microunde, precum și proprietățile materialelor compozite sunt factori
decisivi în selectarea parametrilor de procesare.

27 Se cunoaște procedeul extrudării la cald pentru obținerea de materiale de contact pe
bază de W-Cu cu 60-90% W, pornind de la amestecuri de pulberi pure de Cu și de W, cu
29 dimensiuni medii ale particulelor de Cu de 50 μm și de W de 4,7 μm, omogenizate mecanic
timp de 30 h, care se presează uni-axial, la rece, în compacte cilindrice de diametru 42 mm
31 cu presiuni de presare de 650-800 MPa, cu densitatea relativă de 71,2-78,3%, care se sinte-
rizează cu fază lichidă, în vid, la 1150°C timp de 1 h, apoi se extrudează la cald, la 950°C,
33 cu raportul de extrudare de 10,56, la final barele extrudate având diametrul de 12,9 mm și
fiind tratate termic în aer la 900°C, timp de 1 h.

35 Materialele cu 30-40% Cu prezintă cel mai bun comportament la deformare plastică
severă, cu densități relative de 98,11-99,57% și durițăți Vickers de 155-212, în timp ce
37 materialele cu 10-20% Cu prezintă o densificare mai scăzută, cu densități relative de
94,35-96,68 % și durițăți Vickers de 240-361, datorită conținutului mare de W (80-90%)
39 (Y. Yu, W. Zhang, H. Yu, **"Effect of Cu content and heat treatment on the properties and
micro structure of W-Cu composites produced by hot extrusion with steel cup"**,
41 **Advanced Powder Technology, Vol. 26, 2015, pp. 1047-1052**).

43 Dezavantajul procedeului constă în faptul că barele extrudate produse sunt de
dimensiuni mici, care necesită operații tehnologice complexe și costuri financiare mari.

45 Procedeele descrise mai sus prezintă următoarele dezavantaje:

47 - procedeele convenționale necesită temperaturi înalte și durate mari de procesare
în atmosferă controlată, care pot duce atât la microstructuri neomogene și la scăderea
performanțelor produselor, cât și la consumuri energetice și costuri financiare mari;

RO 133425 B1

- prezintă fluxuri tehnologice laborioase, cu operații tehnologice numeroase și complexe, care implică costuri financiare mari; 1
- prezintă dificultăți în realizarea controlului temperaturii de sinterizare și a vitezei de încălzire și de răcire pentru piesele sinterizate de dimensiuni mari, care pot contribui la apariția gradientilor de temperatură în volumul pieselor și la creșterea dimensiunii particulelor. 3
5
- Dezavantajele menționate anterior pot fi depășite dacă materialele compozite sinterizate pe bază de W-Cu cu diametrul de 30-60 mm și înălțimea de 3-10 mm se realizează prin procedeul sinterizării în plasmă de scânteie, când amestecul de pulberi compozite presate și sinterizate într-o matriță de grafit conductor se încălzește uniform, controlat și rapid în tot volumul materialului procesat, sub acțiunea unor impulsuri în curent continuu generate de o sursă de putere înaltă. Avantajele procedeeului de sinterizare în plasmă de scânteie sunt susținute de durata scurtă de procesare, de circa 0,5-1,5 ore, datorită vitezelor mari de încălzire și de răcire a probelor, de 50-200°C/min, când se pot obține materiale înalt densificate la temperaturi de sinterizare mai mici decât cele utilizate în procedeele clasice. În literatura de specialitate sunt doar câteva studii referitoare la obținerea de materiale compozite sinterizate prin acest procedeu: **A. Elsayed, W. Li, O.A. El Kady, W.M. Daoush, E.A. Olevsky, R.M. German, "Experimental investigations on the synthesis of W-Cu nanocomposite through spark plasma sintering", Journal of Alloys and Compounds, Vol. 639, 2015, pp. 373-380;** **R. Orru, R. Licheri, A. Locci, A. Cincotti, G. Cao, "Consolidation/ synthesis of materials by electric current activated/assisted sintering", Materials Science and Engineering: R: Reports, Vol. 63, 2009, pp. 127-287;** **D. Pohle, W. Rossner, K. Schachtschneider, C. Schuh, "Method and device for producing contact elements for electrical switching contacts", US Patent Application, No. US 20160141124 A1, May 19, 2016.** 7
9
11
13
15
17
19
21
23
- Prin documentul **RO 101822/1988** este cunoscut un procedeu de obținere a contactelor din W-Cu, constând în amestecarea pulberii de W cu una din pulberile de Ni, Co sau Fe, adăugată în procent de greutate de 0,1-1,5%, urmate de granularea amestecului, presarea, sinterizarea la 750-950°C, sfărâmarea sinterizatului, presarea bucăților și sinterizare și infiltrare cu cantitatea de 10-40% Cu stabilită, în atmosferă reducătoare sau în vid, la temperaturi de 1100-1300°C, timp de 2-4 ore. 25
27
29
- De asemenea, documentul **CN 103418786 A/2016** prezintă un procedeu de preparare a unui material compozit W-Cu-Ni cu conectivitate W-W scăzută, prin care pulberea de wolfram cu suprafața acoperită cu un strat de nichel și pulberea de cupru sunt amestecate mecanic în proporție de 65-80% W și 15-25% Cu cu 5-10% Ni, apoi amestecul de pulberi este dispus într-o matriță de grafit, presat la 50 MPa și sinterizat cu plasmă de scânteie în vid, la 950°C, cu rata de încălzire de 150°C/min și menținere 5 minute, rezultând un material compozit W-Cu-Ni cu densitate ridicată, iar documentul **CA 2551256 A1/1997** prezintă un procedeu de formare a unui pseudo-aliaj W-Cu cuprinzând presarea unei pulberi compozite de cupru acoperite cu wolfram pentru a forma un schelet poros și sinterizarea acestuia în stare solidă în intervalul 950-1080°C, urmată de infiltrarea scheletului de wolfram sinterizat cu cupru lichid în timpul unei etape de sinterizare în fază lichidă, la temperaturi de 1150-1600°C. 31
33
35
37
39
41
- Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în obținerea de materiale compozite sinterizate pe bază de W-Cu sub formă de semifabricate cilindrice sinterizate cu un conținut în % gravimetrice de 70-75% W, restul fiind %Cu și 0-1% Ni, cu diametrul de 30-60 mm și înălțimea de 3-10 mm, cu caracteristici fizico-mecanice îmbunătățite, printr-un 43
45

RO 133425 B1

1 procedeu de sinterizare în plasmă de scânteie, pentru realizarea de contacte electrice de
arc, cu formă complexă, de tip inele de protecție și vârfuri de contact necesare echipării unor
3 întreruptoare de medie și înaltă tensiune, cu comutație în ulei mineral electroizolant sau gaz
SF₆.

5 Procedeul conform invenției rezolvă această problemă tehnică prin aceea că pentru
obținerea unui material compozit sinterizat pe bază de W-Cu, realizează într-o primă fază
7 un amestec de pulberi microcristaline pure de W, Cu și Ni, cu un conținut în % gravimetrice
de 70-75% W, restul fiind %Cu și 0-1% Ni, care se omogenizează mecanic și se procesează
9 în stare negranulată și fără adaos de liant organic sau anorganic printr-o tehnică modernă
a metalurgiei pulberilor, de sinterizare în plasmă de scânteie, sub formă de semifabricate
11 cilindrice sinterizate cu diametrul de 30-60 mm și înălțimea de 3-10 mm, care se prelucrează
mecanic la forma și dimensiunile dorite, pentru obținerea de contacte electrice de arc, cu
13 formă complexă, de tip inele de protecție și vârfuri de contact destinate echipării unor în-
rruptoare de medie și înaltă tensiune, cu comutație în ulei mineral electroizolant sau gaz SF₆.

15 Procedeul conform invenției prezintă următoarele avantaje:

17 - permite realizarea de materiale compozite sinterizate pe bază de W-Cu din
amestecuri mecanice de pulberi microcristaline pure de W, Cu și Ni, negranulate, fără
utilizarea unui liant organic sau anorganic;

19 - permite obținerea eficientă de semifabricate cilindrice sinterizate de dimensiuni mari,
cu microstructură omogenă, densitate apropiată de densitatea teoretică și proprietăți
21 mecanice superioare materialelor obținute prin alte procedee;

23 - reprezintă un procedeu cu operații tehnologice reduse, care permite scăderea
costurilor, datorită duratelor mici de procesare a materialelor;

25 - permite realizarea de contacte electrice de arc, cu formă complexă, de tip inele de
protecție și vârfuri de contact destinate echipării unor întreruptoare de medie și înaltă
tensiune, cu comutație în ulei mineral electroizolant sau gaz SF₆.

27 Invenția este prezentată pe larg în continuare prin două exemple de realizare a
procedului revendicat.

29 Materialele compozite sinterizate pe bază de W-Cu și procedeul de obținere, conform
invenției, înlătură dezavantajele menționate, prin aceea că sunt obținute din amestecuri de
31 pulberi microcristaline pure de W, Cu și Ni, cu un conținut în % gravimetrice de 70-75% W,
restul fiind %Cu și 0-1% Ni, cu dimensiunea maximă a particulelor de W de 15 μm, de Cu
33 de 63 μm și de Ni de 5 μm, care se omogenizează mecanic timp de 16 h astfel încât se
obține densitatea aparentă a amestecurilor de pulberi compozite în stare negranulată de
35 4,07÷4,42 g/cm³, după care se introduc fără adaos de liant organic sau anorganic într-o
cantitate de 35÷461 g într-o matriță de grafit cu diametrul interior al oalei de 30,8÷60,8 mm,
37 după căptușirea acesteia și a poansoanelor cu folie de grafit de grosime 0,4 mm, după care
se așează matrița de grafit pe piese de centrare tronconice de grafit într-o instalație de
39 sinterizare în plasmă de scânteie, unde amestecul de pulberi compozite se procesează în
vid de 10 kPa, la presiunea de presare de 60÷70 MPa menținută constantă pe palierul de
41 sinterizare, temperatura de sinterizare de 1045÷1055°C, viteza de creștere a temperaturii de
75÷100°C/min, timpul de menținere pe palierul de sinterizare de 10-30 minute, viteza de
43 răcire de 50÷100°C/min, sub acțiunea a 12÷24 impulsuri de curent continuu generate pe
segmentele de creștere și menținere a temperaturii de sinterizare, cu durata unui impuls de
45 2-4 ms, pauză între impulsuri de 1-2 ms și pauză suplimentară de 6-12 ms, după care se
îndepărtează foliile de grafit și se șlefuiesc suprafețele materialelor sinterizate, astfel încât
47 la final rezultă semifabricate cilindrice sinterizate cu diametrul de 30-60 mm și înălțimea de
3-10 mm, densitatea de 14,19-14,75 g/cm³, densitatea relativă de 96,5÷99%, rugozitatea

RO 133425 B1

medie Ra de $0,10 \pm 0,14 \mu\text{m}$, microduratea Vickers HV1/15 de 279 ± 354 , modulul de elasticitate de $164 \pm 192 \text{ GPa}$, rezistivitatea electrică de $3,64 \pm 7,14 \mu\Omega\text{-cm}$, difuzivitatea termică la 25°C de $43 \pm 87 \text{ mm}^2/\text{s}$, coeficientul mediu de frecare în ulei mineral electroizolant de $0,11 \pm 0,18$ (determinat sub acțiunea unei forțe normale de 30 N, pe distanțe de alunecare de maxim 400 m, raze de alunecare de 9-18 mm, viteză liniară de 5-8 cm/s și partener static tip bilă de diametru 6 mm din oțel 100Cr6) și viteza specifică de uzură de maxim $6 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/(\text{N}\cdot\text{m})$, care se prelucrează mecanic, la forma și dimensiunile dorite, pentru obținerea de contacte electrice de arc, cu formă complexă, de tip inele de protecție și vârfuri de contact destinate echipării unor întreruptoare de medie și înaltă tensiune, cu comutație în ulei mineral electroizolant sau gaz SF₆.

Se prezintă în continuare două exemple de realizare a invenției. 11

Exemplul 1

Conform invenției, pentru obținerea de materiale compozite sinterizate pe bază de W-Cu prin procedeul de sinterizare în plasmă de scânteie se pornește de la amestecuri de pulberi microcristaline pure de W și Cu, cu un conținut în % gravimetrice de 75% W, restul fiind %Cu, cu dimensiunea maximă a particulelor de W de $15 \mu\text{m}$ și de Cu de $63 \mu\text{m}$, care se omogenizează mecanic timp de 16 h astfel încât se obține densitatea aparentă a amestecurilor de pulberi compozite în stare negranulată de $4,26 \text{ g/cm}^3$, după care se introduc fără adaos de liant organic sau anorganic într-o cantitate de 190 g într-o matriță de grafit cu diametrul interior al oalei de $50,8 \text{ mm}$, după căptușirea acesteia și a poansoanelor cu folie de grafit de grosime $0,4 \text{ mm}$, după care se așează matrița de grafit pe piese de centrare tronconice de grafit într-o instalație de sinterizare în plasmă de scânteie, unde amestecul de pulberi compozite se procesează în vid de 10 kPa , la presiunea de presare de 60 MPa menținută constantă pe palierul de sinterizare, temperatura de sinterizare de 1050°C , viteza de creștere a temperaturii de $75^\circ\text{C}/\text{min}$, timpul de menținere pe palierul de sinterizare de 30 minute, viteza de răcire de $75^\circ\text{C}/\text{min}$, sub acțiunea a 12 impulsuri de curent continuu generate pe segmentele de creștere și menținere a temperaturii de sinterizare, cu durata unui impuls de 2 ms, pauză între impulsuri de 1 ms și pauză suplimentară de 6 ms, după care se îndepărtează foliile de grafit și se șlefuiesc suprafețele materialelor sinterizate, astfel încât la final rezultă semifabricate cilindrice sinterizate cu diametrul de 50 mm și înălțimea de 6 mm , densitatea de minim $14,52 \text{ g/cm}^3$, densitatea relativă de minim 97%, rugozitatea medie Ra de maxim $0,14 \mu\text{m}$, microduratea Vickers HV1/15 de minim 279, modulul de elasticitate de minim 164 GPa , rezistivitatea electrică de maxim $3,85 \mu\Omega\text{-cm}$, difuzivitatea termică la 25°C de minim $85 \text{ mm}^2/\text{s}$, coeficientul mediu de frecare în ulei mineral electroizolant de $0,15\text{-}0,18$ (determinat sub acțiunea unei forțe normale de 30 N, pe distanțe de alunecare de maxim 400 m, raze de alunecare de 9-18 mm, viteză liniară de 5-8 cm/s și partener static tip bilă de diametru 6 mm din oțel 100Cr6) și viteza specifică de uzură de maxim $6 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/(\text{N}\cdot\text{m})$, care se prelucrează mecanic, la forma și dimensiunile dorite, pentru obținerea de contacte electrice de arc, cu formă complexă, de tip inele de protecție destinate echipării unor întreruptoare de medie și înaltă tensiune, cu comutație în ulei mineral electroizolant sau gaz SF₆.

Exemplul 2

Conform invenției, pentru obținerea de materiale compozite sinterizate pe bază de W-Cu prin procedeul de sinterizare în plasmă de scânteie se pornește de la amestecuri de pulberi microcristaline pure de W, Cu și Ni, cu un conținut în % gravimetrice de 75% W, restul fiind %Cu și 1% Ni, cu dimensiunea maximă a particulelor de W de $15 \mu\text{m}$, de Cu de $63 \mu\text{m}$ și de Ni de $5 \mu\text{m}$, care se omogenizează mecanic timp de 16 h astfel încât se obține densitatea aparentă a amestecurilor de pulberi compozite în stare negranulată de $4,07 \text{ g/cm}^3$,

RO 133425 B1

1 după care se introduc fără adaos de liant organic sau anorganic, într-o cantitate de 115 g
într-o matriță de grafit cu diametrul interior al oalei de 30,8 mm, după căptușirea acesteia și
3 a poansoanelor cu folie de grafit de grosime 0,4 mm, după care se așează matrița de grafit
pe piese de centrare tronconice de grafit într-o instalație de sinterizare în plasmă de
5 scânteie, unde amestecul de pulberi compozite se procesează în vid de 10 kPa, la presiunea
de presare de 70 MPa menținută constantă pe palierul de sinterizare, cu temperatura de
7 sinterizare de 1050°C, viteza de creștere a temperaturii de 75°C/min, timpul de menținere
pe palierul de sinterizare de 10 minute, viteza de răcire de 50°C/min, sub acțiunea a 24
9 impulsuri de curent continuu generate pe segmentele de creștere și menținere a temperaturii
de sinterizare, cu durata unui impuls de 4 ms, pauză între impulsuri de 2 ms și pauză supli-
11 mentară de 12 ms, după care se îndepărtează foliile de grafit și se șlefuiesc suprafețele
materialelor sinterizate, astfel încât la final rezultă semifabricate cilindrice sinterizate cu
13 diametrul de 30 mm și înălțimea de 10 mm, densitatea de minim 14,45 g/cm³, densitatea
relativă de minim 96,5%, rugozitatea medie Ra de maxim 0,14 μm, microduratea Vickers
15 HV1/15 de minim 315, modulul de elasticitate de minim 180 GPa, rezistivitatea electrică de
17 maxim 6,25 μΩ·cm, difuzivitatea termică la 25°C de minim 49 mm²/s, coeficientul mediu de
frecare în ulei mineral electroizolant de 0,13-0,18 (determinat sub acțiunea unei forțe
normale de
19 30 N, pe distanțe de alunecare de maxim 400 m, raze de alunecare de 9-18 mm, viteză
liniară de 5-8 cm/s și partener static tip bilă de diametru 6 mm din oțel 100Cr6) și viteza
21 specifică de uzură de maxim 2x10⁻⁶ mm/(N·m), care se prelucrează mecanic, la forma și
dimensiunile dorite, pentru obținerea de contacte electrice de arc, cu formă complexă, de tip
23 vârfuri de contact destinate echipării unor întreruptoare de medie și înaltă tensiune, cu
comutație în ulei mineral electroizolant sau gaz SF₆.

1. Procedeu de obținere a unui material compozit sinterizat pe bază de wolfram-cupru, pentru contacte electrice de arc, cu formă complexă, destinate unor întrerupătoare de medie și înaltă tensiune, realizat prin fazele de: omogenizare mecanică timp de 16 h a unui amestec de 70-75% pulbere pură de W, în procente de greutate, cu minim 25% Cu și maxim 1% Ni, introducerea amestecului de pulbere obținut, dispus într-o matriță de grafit, într-o instalație de sinterizare și sinterizarea acestuia în vid, la o presiune adecvată, de peste 50 MPa menținută constantă în timpul sinterizării și la o temperatură relativ scăzută, cu menținere pe palierul termic, urmată de răcire și prelucrare mecanică de șlefuire și tăiere, **caracterizat prin aceea că**, amestecul de pulbere de W și Cu cu conținut de 0÷1% Ni, după omogenizare este introdus în stare negranulată și fără adaos de liant organic sau anorganic, în cantitate de 35÷461 g, într-o matriță de grafit cu diametrul interior al oalei de 30,8÷60,8 mm, iar după căptușirea acesteia și a poansoanelor cu folie de grafit de grosime 0,4 mm și așezarea matriței de grafit pe piese de centrare tronconice de grafit în instalația de sinterizare, se ajustează parametrii de procesare la valorile: presiune de presare de 60÷70 MPa în vid de 10 kPa, temperatură de sinterizare de 1045÷1055°C, viteza de creștere a temperaturii de 75-100°C/min, timp de menținere pe palierul de sinterizare de 10-30 minute, sub acțiunea a 12÷24 impulsuri de curent continuu generate pe segmentele de creștere și menținere a temperaturii de sinterizare, cu durata unui impuls de 2÷4 ms, pauză între impulsuri de 1÷2 ms și pauză suplimentară de 6÷12 ms, răcirea sinterizatului fiind realizată cu o viteză de răcire de 50÷100°C/min, după care se îndepărtează foliile de grafit și se șlefuiesc suprafețele materialelor sinterizate.

2. Procedeu de obținere a unui material compozit sinterizat pe bază de wolfram-cupru, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, optimizarea alegerii parametrilor de realizare a materialului compozit este făcută astfel încât să rezulte un semifabricat cilindric sinterizat cu 70÷75 % W, 25-30% Cu și 0-1%Ni, cu diametrul de 30÷60 mm și înălțimea de 3÷10 mm, densitatea de 14,19÷14,75 g/cm³, densitatea relativă de 96,5÷99%, rugozitatea medie Ra de 0,10÷0,14 μm, microduritatea Vickers HV1/15 de 279÷354, cu modulul de elasticitate de 164÷192 GPa, rezistivitatea electrică de 3,64÷7,14 μm-cm, difuzivitatea termică la 25°C de 43÷87 mm²/s, coeficientul mediu de frecare în ulei mineral electroizolant de 0,11÷0,18, determinat sub acțiunea unei forțe normale de 30 N, pe distanțe de alunecare de maxim 400 m, raze de alunecare de 9÷18 mm, viteză liniară de 5÷8 cm/s și partener static bilă de diametru 6 mm din oțel 100Cr6 și viteza specifică de uzură de maxim 6x10⁻⁶ mm³/(N·m), care este prelucrat mecanic la forma și dimensiunile dorite pentru obținerea de contacte electrice de arc, cu formă complexă, de tip inele de protecție și vârfuri de contact destinate echipării unor întrerupătoare de medie și înaltă tensiune, cu comutație în ulei mineral electroizolant sau gaz SF₆.

