



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2012 00942

(22) Data de depozit: 04.12.2012

(41) Data publicării cererii:  
30.06.2014 BOPI nr. 6/2014

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

(72) Inventatori:  
• TSAKIRIS VIOLETA,  
ȘOS. NICOLAE TITULESCU NR.18, BL.23,  
SC.B, ET.4, AP.66, SECTOR 1,  
BUCUREȘTI, B, RO;

• LUNGU MAGDALENA VALENTINA,  
BD. IULIU MANIU NR. 65, BL. 7P, SC. 7,  
ET. 2, AP. 211, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,  
RO;  
• ENESCU ELENA, STR. DRUMUL  
TABEREI NR. 64, BL. F4, SC. 5, ET. 1, AP.  
80, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(54) PROCEDEU DE OBTINERE A UNUI MATERIAL COMPOZIT  
PE BAZĂ DE WOLFRAM PENTRU CONTACTE ELECTRICE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de obținere a unui material compozit pe bază de wolfram, pentru realizarea de contacte electrice utilizate în aparatura de joasă tensiune, cu funcționare în vid. Procedeu conform invenției se realizează prin metoda metalurgiei pulberilor, și constă în amestecarea de pulberi W-Cu aliate cu pulberi de Ni, omogenizare, granulare, presare la rece, sinterizare și infiltrare cu cupru sau argint, la temperaturi de 1100...1150°C, cu menținere pe palier 0,5...1 h, în atmosferă reducătoare de azot și amoniac cracat, din care rezultă un material compozit având o compoziție constituită din unități masice cuprinse în intervalele: 1,6...18% Cu; 0...19,7% Ag; 0,8...1,0% Ni și, în rest, W, având gradul de compactare de minimum 95%, durezza Vickers de minimum 212 HV și rezistivitatea electrică de maximum 6,15 μΩ xcm.

Revendicări: 1  
Figuri: 5

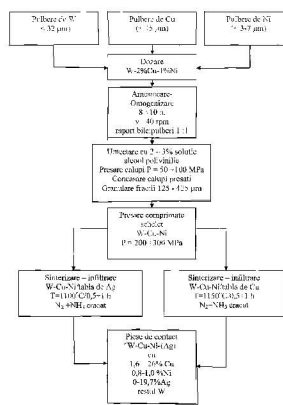


Fig. 1

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).



## Procedeu de obtinere a unui material compozit pe baza de wolfram pentru contacte electrice

Inventia de fata se refera la un procedeu de obtinere a unui material compozit pe baza de wolfram, prin formarea unui schelet poros din amestecuri de pulberi W-Cu slab aliate cu pulberi de Ni si infiltrarea acestuia cu cupru sau argint, pentru realizarea de contacte electrice utilizate in aparatura de joasa tensiune cu functionare in vid.

In aparatura de comutatie in vid, cum ar fi intrerupătoare de circuit sau contactoare, s-au dezvoltat mai multe clase de materiale: Cu-Cr, W-Cu, WC-Ag, W-Ag etc. Materialele W-Cu sunt larg utilizate in contactoarele de vid datorită proprietatilor remarcabile, cum sunt dilatarea termică mică, conductivitatea termică si electrică ridicată a cuprului, prelucrabilitate bună, rezistenta la coroziune, rezistenta mare la eroziunea in arc, care este baza unei fiabilitati ridicate chiar sub sarcini severe [1-7].

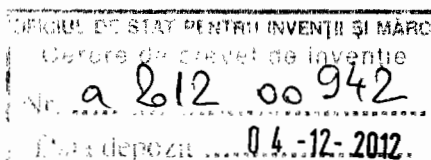
Pentru obtinerea de performante superioare este nevoie de procedee de obtinere a materialelor compozite W-Cu de densitate înaltă, cu o dispersie omogenă a componentelor W si Cu. Prin urmare, microstructurile materialelor de contact au o influență importantă asupra caracteristicilor fizice, mecanice si functionale ale contactelor electrice. În general, cerintele pentru contactele electrice, cum ar fi rezistenta de eroziune, tendinta scăzută la sudare, conductivitatea electrică si termică ridicate, sau duritatea mare pot fi îndeplinite numai daca materialul de contact are o granulatie fină si omogenă a microstructurii [4].

Datorita diferentelor mari în ceea ce priveste punctele de topire si densitățile Cu si W, si a faptului ca sistemul W-Cu prezintă insolubilitate reciprocă sau solubilitatea neglijabilă [5], nu este posibila obtinerea unui material compozit W-Cu prin metalurgia clasica, bazată pe topire și turnare. Spre deosebire de metalurgia clasică, metalurgia pulberilor (MP) constă în obținerea metalelor și aliajelor plecând de la pulberi metalice, pe care le transformă în corpuri compacte sub influența presiunii și căldurii, lucrând însă si la temperaturi inferioare temperaturii de topire a metalului sau a aliajului de bază. Prin urmare, prin MP pot fi obtinute pseudo-aliaje W-Cu (materiale mixte, compozite, care mentin caracteristicile individuale ale componentelor, Cu si W), satisfăcând astfel cerintele importante ale contactelor electrice.

Sunt cunoscute mai multe procedee de obtinere ale materialelor compozite W-Cu [1-5]:

- procedeu de obtinere materialelor W-Cu prin *sinterizarea fără fază lichidă*. Amestecul de pulberi de W si Cu in proportia corespunzătoare compozitiei dorite sunt presate în matrite având configuratie corespunzătoare produselor ce trebuie obtinute si sinterizate, in hidrogen, la temperaturi inferioare temperaturii de topire a cuprului.

- procedeu de obtinere materialelor W-Cu prin *sinterizarea cu fază lichidă*. Ca la procedeul de mai sus, cu deosebirea ca sinterizarea lor are loc la temperaturi superioare celei de topire a cuprului.



- procedeu de obtinere materialelor W-Cu prin *infiltrare*, cand un comprimat poros din W, consolidat sau nu, in prealabil, printr-o sinterizare la temperaturi relativ joase (fata de temperaturile obisnuite de sinterizare ale wolframului), este infiltrat cu cupru topit, in atmosfera de hidrogen sau in vid, prin imersare in baie de cupru topit sau prin asezare peste/sub a unei pastile de cupru si incalzirea acestora peste temperatura de topire a Cu. Cuprul este absorbit in porii scheletului (comprimatului) de wolfram, prin fenomenul de capilaritate.

Procedeu prin *sinterizarea fără fază lichida*, permite obtinerea oricărei compozitii (proportii W/Cu), dar prezinta dezavantajul ca nu asigura compactizarea deplina (prezenta in produs a unei porozități remanente – in conditii optime, de minim 2%). In plus, structura produsului consta in particule ale unui component înglobate intr-o matrice a celuilalt (functie de proportia componentilor) – structura mai putin favorabila utilizării ca material de contact.

Comparativ cu procedeu prin sinterizare fara faza lichida, procedeu prin *sinterizare cu faza lichida* asigura densificări mai bune, insa prezinta dezavantajul ca, din cauza insolubilității reciproce de W si Cu si a unghiului mare de contact a Cu lichid pe W, sistemul W-Cu este dificil de sinterizat la densitate mare, chiar si prin sinterizare cu fază lichidă. De asemenea, s-a demonstrat că, în timpul sinterizării cu fază lichidă, grăuntii de wolfram suferă o crestere considerabilă iar sinterizarea cu faza lichidă contribuie mai mult la cresterea gradului de omogenitate, decât la cresterea celui de densificare [1-5].

*Procedeu de infiltrare* este o metodă eficientă de a realiza pseudo-aliaje sau materiale compozite, cum ar fi: Si/Cu, W/ Cu, Cr/Cu, SiC/Al-Mg, AlN/Al-Cu, etc. [3, 8-10]. Acest procedeu se aplica, de obicei, pentru materialele compozite Cu-W cu 10 până la 40% gr. Cu si prezinta dezavantajul ca nu poate fi aplicat pentru obtinerea un continut mai mare de cupru, caz in care se utilizează un procedeu pur de MP, când cele două pulberi sunt amestecate, presate, sinterizate ulterior în fază solidă sau lichida.

Problema care o rezolva inventia consta in gasirea unui procedeu pentru obtinerea unor contacte electrice pe baza de wolfram, prin formarea unui schelet poros din W-Cu-Ni, din amestecuri de pulberi cu 2%Cu si 1%Ni si restul %W si prin infiltrarea acestui schelet cu tabla din cupru sau argint, pentru realizarea de contacte electrice utilizate in aparatura de joasa tensiune cu functionare in vid.

Procedeu conform inventiei inlatura dezavantajele mentionate la procedeele prezentate anterior, prin aceea ca, in scopul obtinerii unor contacte electrice cu compozitii chimice cuprinse in intervalele 1,6...18%Cu; 0...19,7%Ag, 0,8...1,0%Ni si restul %W, porneste de la amestecuri de pulberi de wolfram de puritate 99,5% si dimensiuni de particule < 32 μm, pulberi de cupru de puritate 99,7% si dimensiuni de particule < 45 μm si pulberi de nichel de puritate (99,9%) si dimensiuni de particule cuprinse in intervalul 3-7 μm, cu rol de agent de sinterizare, care se omogenizeaza intr-un amestecator, in conditiile utilizarii unor bile din otel austenitic de diametru de 5 mm in procesul de omogenizare, a unui raport de masa bile:pulbere de 1:1, viteza de rotatie a tobei omogenizatorului de 40 rpm si durata de omogenizare de 8...10 h, dupa

care amestecurile omogenizate se umecteaza cu 2 - 5% solutie de alcool polivinilic de concentratie 4% in apa distilata si se preseaza in calupi de diametru 80 mm si inaltime de 10-15 mm cu o presiune de 50-100 MPa, se concaseaza si se granuleaza prin sortarea pe site standardizate a fractiilor granulometrice 125...425  $\mu\text{m}$ , apoi pulberea granulata se preseaza la rece cu o presa hidraulica automata, la presiuni de compactare cuprinse in intervalul 200...300 MPa in scopul obtinerii densitatii relative de 65...70 %, sub forma de semifabricate cilindrice de diametru 17...30 mm si inaltime 4...5 mm, se trateaza termic printr-un proces de sinterizare-infiltrare cu table din Cu sau Ag, care sunt asezate sub semifabricatele compactate, intr-un cuptor cu banda continua, la o viteza a benzii de 7 cm/min, in atmosfera de azot si amoniac cracat, la o temperatura de 1100°C si respectiv 1150°C, pentru materialele de contact infiltrate cu Ag si respectiv Cu si durata de infiltrare la fiecare temperatura de sinterizare de 0,5...1 h.

Prin aplicarea procedului conform inventiei se obtin urmatoarele avantaje:

- realizarea contactelor pe baza de wolfram, utilizate pentru contactoare cu comutatie in vid cu curenti nominali de 200A, 315A, 400A si 630A, permite inlocuirea contactoarelor clasice de putere, echipate cu contacte toxice din Ag-CdO, cu functionare in aer;
- procedeu de obtinere simplificat prin MP, singura tehnologie care permite obtinerea contactelor electrice din materiale compozite pe baza de wolfram si extinderea de la stadiul de microproductie la productie industrială prin folosirea de utilaje automatizate cu mare productivitate (de exemplu, prese automate, cuptoare continue, etc.)
- materialul compozit pe baza de wolfram, obtinut conform procedului, oferă avantajele economiei de material prin obtinerea formei și dimensiunilor dorite, eliminandu-se pierderile de material prin prelucrările mecanice inerente compozitelor obtinute prin celelalte metode.
- materialul compozit pe baza de wolfram, obtinut conform procedului, oferă avantajele economiei de energie datorită presiunii de compactare și temperaturii de tratament termic (sinterizare) scăzute.
- procedeu MP aplicat prin sinterizare-infiltrare, conform inventiei, permite densificări mari (min. 95%) si poate fi aplicat la compozitii bogate in wolfram (77.9...81%), putandu-se obtine structuri favorabile utilizării ca materiale de contact, care sa nu prezintă defecte structurale sau particule izolate de wolfram, care ar putea fi usor detasate de la suprafata de contact in timpul arcului, si nici aglomerări de cupru capabile sa joace un rol slab in conducerea curentului si a căldurii. In plus, porozitatea initiala mare (65...70%), intercomunicanta, a comprimatului de wolfram creează conditiile unei bune degazări in procesul infiltrării.
- introducerea unor cantitati mici de Ni (0,8...1%gr.), in scopul imbunatatirii capacitatii de umectare a scheletului de wolfram de către cupru lichid, avand in vedere unghiul mare de contact al cuprului lichid pe wolfram, ceea ce face ca umectarea sa nu fie perfectă iar la limitele lor de interfata sa nu se poata obtine o legătură metalurgică, precum si la cresterea densitatii de sinterizare

(15,05...15,75%), printr-un proces de sinterizare activat, sau la creșterea performanțelor mecanice, cum este durezza Vickers (212, 7...260,9 HV).

Conform procedurii din invenție, se obține un material compozit W-Cu-Ni-(Ag) care prezintă caracteristici fizice, electrice și mecanice comparabile cu ale materialelor de contact realizate pe plan internațional, pentru aparatura cu comutație în vid [11-13].

Se dau în continuare două exemple de realizare a invenției în legătură cu fig.1 ...5 și Tabelul 1 care reprezintă:

-fig.1 - Etapele fluxului tehnologic pentru obținerea materialelor compozite din sistemul W-Cu-Ni-(Ag), prin metoda metalurgiei pulberilor

- fig.2 - Aspectul morfologic al pulberilor de wolfram înainte de omogenizare mecanică

- fig.3 - Aspectul morfologic al pulberilor de cupru înainte de omogenizare mecanică

- fig. 4 - Aspectul microstructural al materialului compozit W-Cu-Ni-Ag, compactat la 200 MPa, sinterizat la 1100°C și infiltrat cu Ag, în secțiune transversală și în stare neatacată

- fig. 5 - Aspectul microstructural al materialului compozit W-Cu-Ni, compactat la 200 MPa, sinterizat la 1150°C și infiltrat cu Cu, în secțiune transversală și în stare neatacată

Tabelul 1. Dozarea amestecurilor din pulberi elementale și parametrii procesului de omogenizare pentru realizarea materialelor de contact pe baza de wolfram

Amestec de pulberi	Compoziție chimică amestec pulberi, %gr.			Cantitate amestec de pulberi, g	Parametrii procesului de omogenizare amestec pulberi
W-Cu-Ni	97	2	1	1000	-bile din oțel austenitic de diametru 5 mm -raportul bile/pulbere: 1:1 -viteza de rotație a tobei: 40 rpm -durata de macinare: 8-10 h

Etapele principale de obținere a materialelor compozite conform invenției sunt prezentate în figura 1.

Pentru obținerea materialelor de contact la compoziții chimice cuprinse în intervalele 1,6...18%Cu; 0...19,7%Ag, 0,8...1,0%Ni și restul %W, se utilizează următoarele materii prime:

- pulbere de wolfram, cu rol de matrice, de puritate 99,5%, dimensiuni granulometrice <32 μm, densitate liber varsată în stare negranulată de 3,785 g/cm<sup>2</sup>, aspect morfologic poligonal, figura 2, densitate 19,25 g/cm<sup>3</sup>,

punct de topire 3400°C, punct de fierbere 6000°C, microduritate Vickers 450HV, conductivitate termica 167 W/K·m, conductivitate electrica 18 m/Ω·mm<sup>2</sup>:

- Cu sub forma de tabla electrolitica de puritate 99,97% si grosime 0,8±1 mm pentru procesul de infiltrare si Cu sub forma de pulbere, cu rol de element de aliere, de puritate 99,7%, dimensiuni granulometrice <45 μm, densitate liber varsata in stare negranulata de 1,698 g/cm<sup>2</sup>, aspect morfologic dendritic, figura 3, densitate 8,96 g/cm<sup>3</sup>, punct de topire 1083°C, punct de fierbere 2300°C, microduritate Vickers 100HV, conductivitate termica 394 W/K·m, conductivitate electrica 58 m/Ω·mm<sup>2</sup>:
- pulbere de Ni, cu rol de agent de sinterizare, de puritate 99,9% si dimensiuni granulometrice cuprinse in intervalul 3-7 μm, densitate 8,908 g/cm<sup>3</sup>, punct de topire 1453°C, punct de fierbere 2730°C, microduritate Vickers 200HV, conductivitate termica 92 W/K·m, conductivitate electrica 14 m/Ω·mm<sup>2</sup>:
- table din Ag pentru procesul de infiltrare, de puritate 99,98% si grosime 0,8±1 mm, densitate 10,5 g/cm<sup>3</sup>, punct de topire 961°C, punct de fierbere 2200°C, microduritate Vickers 80HV, conductivitate termica 419 W/K·m, conductivitate electrica 62 m/Ω·mm<sup>2</sup>:

Aspectul microstructural al materialului compozit W-Cu-Ni-Ag, compactat la 200 MPa, sinterizat la 1100°C si infiltrat cu Ag, în secțiune transversală si în stare neatacată este prezentat in figura 4, iar aspectul microstructural al materialului compozit W-Cu-Ni, compactat la 200 MPa, sinterizat la 1150°C si infiltrat cu Cu, în secțiune transversală si în stare neatacată este prezentat in figura 5.

Materialele de contact realizate, conform invenției, au microstructuri omogene, cu matricea constituita din particule uniform distribuite de wolfram si nichel, rețele din argint, cupru sau din aliaj AgCu, uniform distribuite, care determina cresterea legaturii W-W si in consecinta, cresterea densitatii (15,05...15,75 g/cm<sup>3</sup>), a rezistivitatii electrice (3,77...6,15 μΩ×cm) si a duritatii Vickers (212, 7...260,9 HV).

**Exemplu 1.** Pentru obtinerea unui lot de contacte electrice de tip W-Cu-Ni-Ag cu compozitia chimica 1,6%Cu; 17,9%Ag, 0,8%Ni si restul W, se porneste de la un amestec de pulberi W-Cu-Ni, care se dozeaza conform compozitiei chimice din tabelul 1, se amesteca si se omogenizeaza mecanic intr-un amestecator cu bile din otel austenitic de diametru de 5 mm, la un raport de masa bile:pulbere de 1:1, viteza de rotatie a tobei omogenizatorului de 40 rpm si durata de omogenizare de 8 h, dupa care amestecurile omogenizate se umecteaza cu 3% solutie de alcool polivinilic de concentratie 4% in apa distilata si se preseaza in calupi de diametru 80 mm si inaltime de 10-15 mm cu o presiune de 100 MPa, se concaseaza si se granuleaza prin sortarea pe site standardizate a fractiilor granulometrice 125...425 μm, apoi pulbera granulata se preseaza la rece, la presiunea de compactare 200 MPa in scopul obtinerii densitatii relative de 65 %, sub forma de semifabricate cilindrice de diametru 17 mm si inaltime 4...5 mm, se trateaza termic printr-un proces de sinterizare-infiltrare cu tabla din Ag, de grosime 0,8 mm, care se aseaza sub

semifabricatele compactate, într-un cuptor cu banda continua, la o viteza a benzii de 7 cm/min, in atmosfera de azot si amoniac cracat, la o temperatura de 1100°C si durata de infiltrare la temperatura de sinterizare de 1 h.

Contactele obtinute au gradul de compactizare de min. 96,8%, duritatea Vickers de min. 239 HV si rezistivitate electrica de max. 3,77  $\mu\Omega$ .cm.

**Exemplu 2.** Pentru obtinerea unui lot de contacte electrice de tip W-Cu-Ni cu compozitia chimica 18%Cu; 1%Ni si restul W, se porneste de la un amestec de pulberi W-Cu-Ni, care se dozeaza conform compozitiei chimice din tabelul 1, se amesteca si se omogenizeaza mecanic intr-un amestecator cu bile din otel austenitic de diametru de 5 mm, la un raport de masa bile:pulbere de 1:1, viteza de rotatie a tobei omogenizatorului de 40 rpm si durata de omogenizare de 8 h, dupa care amestecurile omogenizate se umecteaza cu 3% solutie de alcool polivinilic de concentratie 4% in apa distilata si se preseaza in calupi de diametru 80 mm si inaltime de 10-15 mm cu o presiune de 100 MPa, se concaseaza si se granuleaza prin sortarea pe site standardizate a fractiilor granulometrice 125...425  $\mu$ m, apoi pulberea granulata se preseaza la rece, la presiunea de compactare 200 MPa in scopul obtinerii densitatii relative de 66 %, sub forma de semifabricate cilindrice de diametru 17 mm si inaltime 4...5 mm, se trateaza termic printr-un proces de sinterizare-infiltrare cu tabla din Cu, de grosime 1 mm, care se aseaza sub semifabricatele compactate, intr-un cuptor cu banda continua, la o viteza a benzii de 7 cm/min, in atmosfera de azot si amoniac cracat, la o temperatura de 1150°C si durata de infiltrare la temperatura de sinterizare de 1 h.

Contactele obtinute au gradul de compactizare de min. 95,25%, duritatea Vickers de min. 261 HV si rezistivitate electrica de max. 6,15  $\mu\Omega$ .cm.

## Bibliografie

1. Slade, G.: Electric Contacts for Power Interruption: A Review. 20th ICEC, 2000, pag. 239 – 245.
2. Ludwar, W.F. Rieder, Proc. 13-th Int. Conf. on Electric Contacts, Lausanne, 1986, p.156.
3. P. Frey, K.W. Jager, Proc. 11-th Int. Conf. on Electric Contact Phenomena, Berlin 1982, p. 317.
4. R. Grill, P. Kläusler, F. E.-H. Mueller, O. Schrott, H. Hauser -WC /Ag Contact Materials with Improved Homogeneity, RM 20, pag. 200-211.
5. \*\*\*Cap. 4, Contact Materials, Metallic Contact Materials, 2006, Taylor and Francis Group, LLC, p. 71-147.
6. H. Abbaszadeh, A. Masoudi, H. Safabinesh, M. Takestani, Investigation on the characteristics of micro- and nano-structured W-15 wt.%Cu composites prepared by powder metallurgy route, International Journal of Refractory Metals and Hard Materials, 30, 2012, pp. 145–151
7. A. Ghaderi Hamidi, H. Arabi, S. Rastegari. A feasibility study of W-Cu composites production by high pressure compression of tungsten powder. International Journal of Refractory Metals and Hard Materials, 29, 2011, pp. 123–127
8. D. Gu, Y. Shen, Effects of processing parameters on consolidation and microstructure of W–Cu components by DMLS, Journal of Alloys and Compounds, 473, 2009, pp. 107–115
9. X.H. Yang, P. Xiao, S.H. Liang, J.T. Zou and Z.K. Fan, Alloying effect of Ni and Cr on the wettability of copper on W substrate. Acta Metallurgica Sinica (English Letter), Vol.21, No.5, Oct. 2008, pp. 369-379.
10. F. A. Khalid, M. R. Bhati – Microstructure and properties of liquid phase sintered tungsten alloys – PM2 Tec'98, Las Vegas, USA, June 1998.
11. \*\*\* DODUCO, Material for High Voltage Applications Copper-Tungsten (W/Cu)
12. \*\*\*Schunk Metall und Kunststoff, Contacts and Shunt Assemblies.
13. \*\*\* Degussa-Elektrotechnik, Produktions-und Lieferprogramm Product Range, EH 34-1-3-295 Vol, Printed in Germany.



## REVENDICARE

Procedeu de obtinere a contactelor electrice pe baza de wolfram prin formarea unui schelet poros din W-Cu-Ni, din amestecuri de pulberi cu 2%Cu si 1%Ni si restul %W si prin infiltrarea acestui schelet cu tabla din cupru sau argint, **caracterizat prin aceea ca**, in scopul obtinerii unor contacte electrice cu compozitii chimice cuprinse in intervalele 1,6..18%Cu; 0...19,7%Ag, 0,8...1,0%Ni si restul %W, porneste de la amestecuri de pulberi de wolfram de puritate 99,5% si dimensiuni de particule < 32  $\mu\text{m}$ , pulberi de cupru de puritate 99,7% si dimensiuni de particule <45  $\mu\text{m}$  si pulberi de nichel de puritate (99,9%) si dimensiuni de particule cuprinse in intervalul 3-7  $\mu\text{m}$ , cu rol de agent de sinterizare, care se omogenizeaza intr-un amestecator cu bile din otel austenitic de diametru de 5 mm, la un raport de masa bile:pulbere de 1:1, viteza de rotatie a tobei omogenizatorului de 40 rpm si durata de omogenizare de 8...10 h, dupa care amestecurile omogenizate se umecteaza cu 2 – 3% solutie de alcool polivinilic de concentratie 4% in apa distilata si se preseaza in calupi de diametru 80 mm si inaltime de 10-15 mm cu o presiune de 50-100 MPa, se concaseaza si se granuleaza prin sortarea pe site standardizate a fractiilor granulometrice 125...425  $\mu\text{m}$ , apoi pulberea granulata se preseaza la rece, la presiuni de compactare cuprinse in intervalul 200...300 MPa in scopul obtinerii densitatii relative de 65...70 %, sub forma de semifabricate cilindrice de diametru 17...30 mm si inaltime 4...5 mm, se trateaza termic printr-un proces de sinterizare-infiltrare cu table din Cu sau Ag, care sunt asezate sub semifabricatele compactate, intr-un cuptor cu banda continua, la o viteza a benzii de 7 cm/min, in atmosfera de azot si amoniac cracat, la o temperatura de 1100°C si respectiv 1150°C, pentru materialele de contact infiltrate cu Ag si respectiv Cu si durata de infiltrare la fiecare temperatura de sinterizare de 0,5...1 h; materialele de contact realizate, au microstructuri omogene, cu matricea constituita din particule uniform distribuite de wolfram si nichel, retele din argint, cupru sau din aliaj AgCu, uniform distribuite, care determina cresterea legaturii W-W si in consecinta, cresterea densitatii (15,05...15,75 g/cm<sup>3</sup>), a rezistivitatii electrice (3,77...6,15  $\mu\Omega\times\text{cm}$ ) si a duritatii Vickers (213...261 HV).

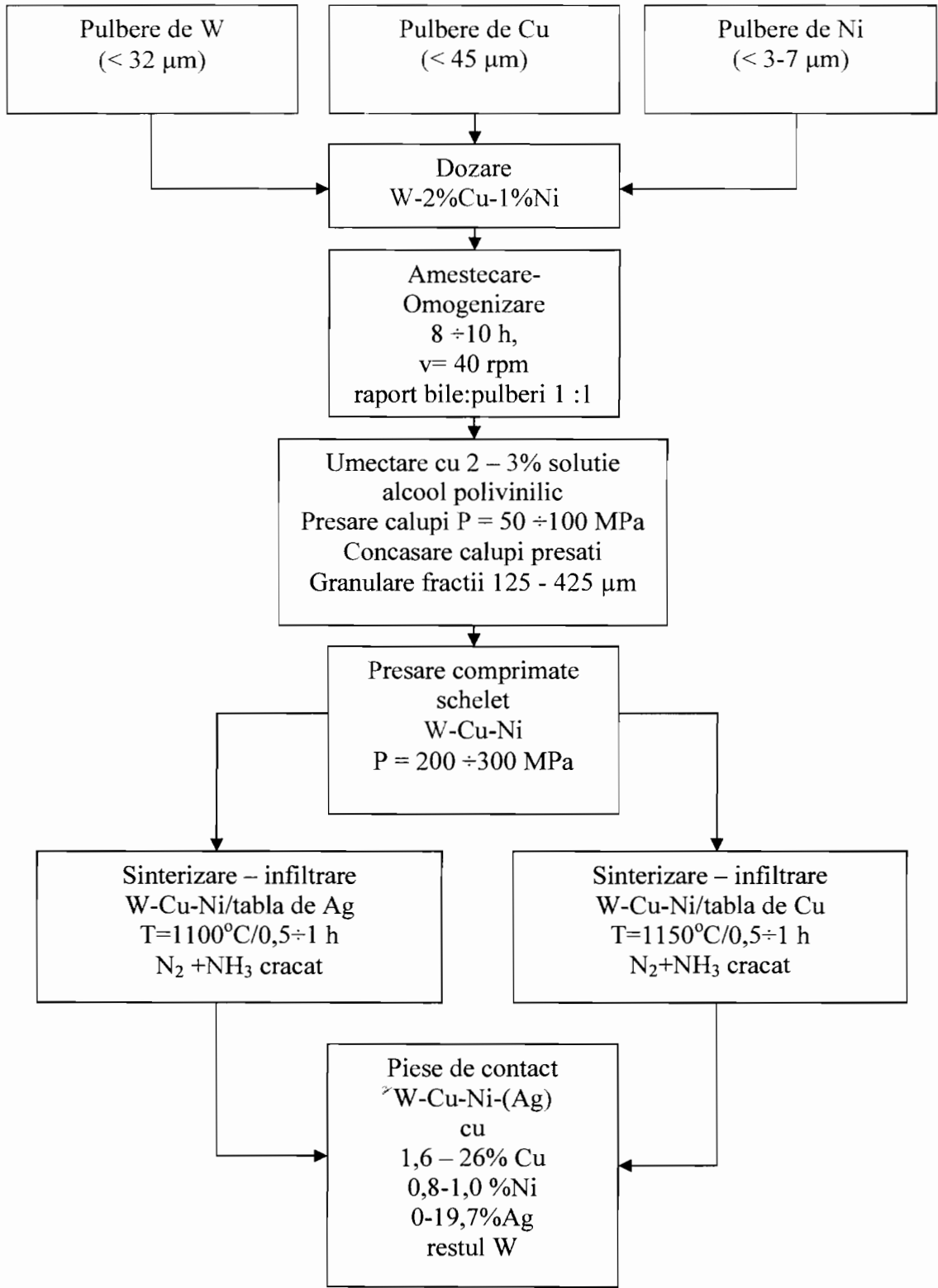


Figura 1.

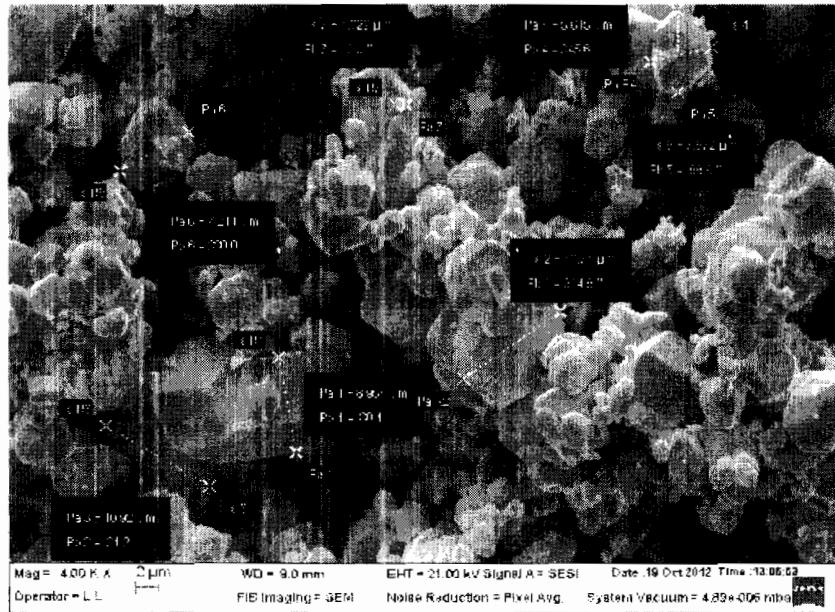


Figura 2.

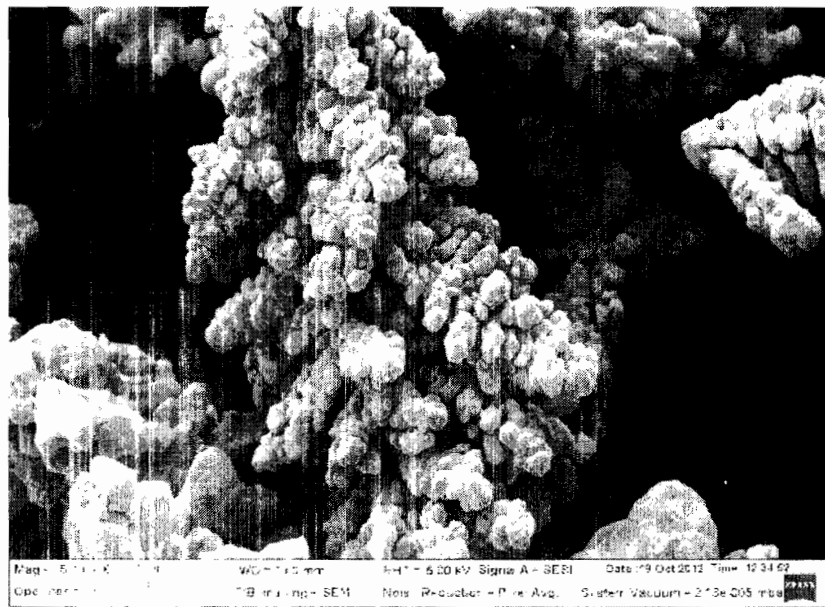
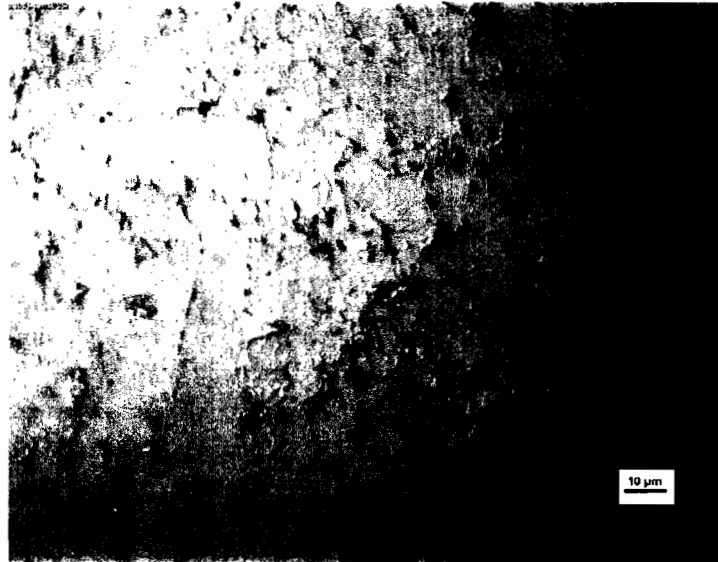
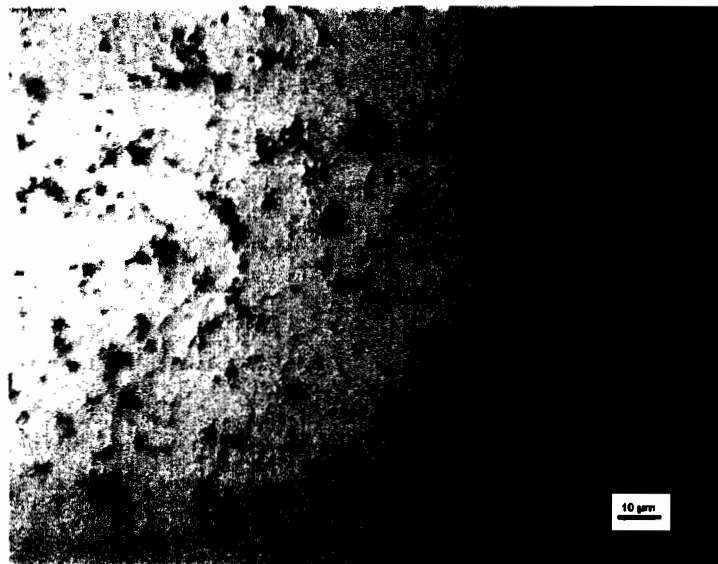


Figura 3.



**Figura 4.**



**Figura 5.**