



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2009 00344**

(22) Data de depozit: **28.04.2009**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28.02.2012** BOPI nr. **2/2012**

(41) Data publicării cererii:
30.09.2010 BOPI nr. **9/2010**

(73) Titular:
• **ELECTROVÂLCEA S.R.L.**,
STR.FERDINAND NR.19,
RÂMNICU VÂLCEA, VL, RO

(72) Inventatori:
• **CIOGESCU OVIDIU EUGEN**,
STR.CAROL I NR.29, RÂMNICU VÂLCEA,
VL, RO;
• **BUZĂIANU AURELIAN**, STR.AVRIG
NR.9-19, BL. U1, SC.6, AP.241, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO;
• **MANOLE SORIN-DANIEL**,
STR.CELLA DELAVRANCEA NR.27,
RÂMNICU VÂLCEA, VL, RO;

• **TACHE ANTONIO- VALENTIN**,
STR.JEAN STERIADI NR.42-44, BL.M12,
SC.5, AP.41, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B,
RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**EP 1777305 A1; N.K.MUKHOPADHYAY ȘI
COLAB., "SYNTHESIS AND
CHARACTERIZATION OF
NANOCRYSTALLINE AND AMORPHOUS
(AL₄CU₉)_{94.5}CR_{5.5} Y-BRASS ALLOY BY
RAPID SOLIDIFICATION AND
MECHANICAL MILLING", VOL.457,
ISSUES 1-2, PP.177-184, 12 JUNE 2008.**

(54) **ALIAJ CU STRUCTURĂ NANOCRISTALINĂ PENTRU SUDO-
BRAZAREA OȚELURILOR GALVANIZATE, PRODUS DE
SUDO-BRAZARE OBȚINUT DIN ACESTA ȘI PROCEDEU DE
OBȚINERE A LUI**



1 Invenția se referă la un aliaj cu structură nanocristalină pentru sudo-brazarea oțelurilor galvanizate, la produsul de sudare obținut din acesta și la un procedeu de obținere a lui.

3 Este cunoscut faptul că tablele din oțel pe suprafața cărora s-au realizat depuneri de straturi din zinc apar în general sub denumirea de table din oțeluri galvanizate. Acestea sunt
5 de fapt semifabricate din oțel de construcție, pe suprafața cărora, prin diverse metode, s-au depus straturi pe bază de zinc, cu diferite grosimi și texturi. Îmbinarea acestora se poate
7 realiza prin mai multe procedee ce sunt cunoscute industrial sub denumirile de: lipire, brazare și sudare. Amintim doar câteva din domeniile unde oțelurile galvanizate și aceste
9 procedee de îmbinare sunt utilizate: industria de automobile și echipamente auto (profile și table), industria electrotehnică (construcții de panouri și dulapuri electrice), industria
11 materialelor de construcții (schele, panouri și cortine metalice), arhitectură și urbanism, industria alimentară, cea a bunurilor de larg consum, construcția navală etc.

13 Utilizarea tehnologiei de îmbinare prin sudo-brazare prezintă certe avantaje în comparație cu soluțiile clasice (sudarea cu electrod din oțel sau sudarea cu flacăra oxi-acetilenică), metode ce conduc la distrugerea stratului de zinc. Rezistența la coroziune în
15 cazul îmbinării prin sudo-brazare va fi identică, în zona de intervenție, cu aceea a restului componentelor asamblate din oțeluri galvanizate, după realizarea sudo-brazării menținându-se protecția inițială conferită de stratul de zinc.

19 Componentele unei structuri sunt îmbinate în cazul tehnologiei de lipire, prin intermediul unui material de adaos, cu punctul de topire scăzut (sub 450°C) și aflat sub
21 punctul de topire al materialelor ce urmează a fi unite.

 În cazul sudo-brazării, care este o metodă de asemenea cunoscută, materialul de
23 adaos are punctul de topire peste 450°C, dar până la 1000°C. Procedeu este diferit de sudare când se depășește temperatura de 1000°C și apare topirea atât a materialului de
25 aport, cât și a oțelului pe care s-a făcut depunerea de zinc. Metoda de sudo-brazare este o variantă tehnologică atractivă, deoarece reduce căldura utilizată pentru desfășurarea
27 procesului cu circa 50% față de cea degajată la procesele convenționale de sudare. Necesarul de căldură pentru aplicarea procedurii se obține de obicei, printr-o reacție
29 chimică, cel mai adesea de la o flacăra oxi-acetilenică sau prin arc electric.

 Materialul de adaos în cazul brazării și sudo-brazării este distribuit între cele două
31 suprafețe ale îmbinării prin acțiune capilară și este aplicat pe materialul de îmbinat de pe un electrod special fabricat și destinat operației.

33 Ținând cont de multitudinea de aplicații industriale, materialele asamblate prin tehnologiile de sudo-brazare trebuie să respecte cerința de menținere a stratului protector
35 din zinc, chiar și în condițiile în care acestea au fost asamblate la cald, iar stratul de zinc din zona asamblată a fost topit. Asamblarea prin urmare trebuie să se realizeze fără ca stratul
37 de zinc să se vaporizeze (adică temperatura de topire pentru materialul de aport va trebui să fie de 870...890°C, inferioară temperaturii de vaporizare a zincului). Prin comparație, în
39 procedeu de sudare apare vaporizarea zincului, fenomen nedorit în asamblarea produselor galvanizate.

41 Pentru aplicațiile industriale referitoare la sudo-brazarea oțelurilor, prezintă interes în special aliajele cu un conținut de până la 40% Zn. În stare solidă și până la un conținut de
43 39% Zn, aliajele Cu-Zn sunt alcătuite dintr-o singură fază numită alamă de tip alfa. În procesul de sudo-brazare a oțelurilor galvanizate, cu aliaje de tip cupru-zinc, trebuie avut în
45 vedere faptul că zincul fierbe la 912°C. Cu toate acestea, se constată o evaporare a zincului, începând chiar de la temperatura de 650°C, deoarece presiunea de vapori a acestuia are
47 valori mari chiar și sub temperatura de 912°C.

Punctul de fierbere al zincului din aliajele sistemului Cu-Zn crește cu scăderea conținutului de zinc, iar diferența între temperaturile de topire ale alamei de brazare și temperaturile de evaporare ale zincului sunt mici. În aer, vaporii de zinc se transformă în oxid de zinc, a cărui temperatură de topire este de 1975°C. Ca urmare, evitarea apariției porilor în cordonul de brazare se poate realiza prin micșorarea vaporizării excesive a zincului, fapt posibil prin evitarea încălzirii excesive a aliajului cupru-zinc.

Pentru micșorarea pierderilor rezultate din evaporarea zincului, la obținerea aliajelor pentru electrozii de brazare din aliaje cupru-zinc, se recurge la modificări ale compoziției chimice, prin adăugarea unor elemente specifice de aliere. Dintre elementele de aliere comune, utilizate în prezent, siliciul este cel mai important element. În cantități mici, de 0,1...0,3%, Si reduce tendința de formare a porilor, prin împiedicarea oxidării zincului și micșorarea solubilității hidrogenului. Acest efect al siliciului se explică prin formarea unui strat impermeabil de silicat de zinc, la suprafața cordonului de brazare, împiedicându-se astfel evaporarea excesivă. Cel de-al doilea element de aliere principal este staniul. Staniul micșorează temperatura de topire a aliajului de lipire și îmbunătățește fluiditatea sa. La acestea, în prezent, mai sunt adăugate mici cantități, de circa 0,005...0,01%, titan și beriliu.

Aliajele cupru-zinc cu maximum 60% Cu pot fi utilizate cu bune rezultate la brazarea oțelurilor. Aliajele cupru-zinc au capacitate de brazare (umectare, întindere și capilaritate) bună și conferă caracteristici ridicate îmbinărilor. Prin urmare, aceste aliaje se pot utiliza la realizarea sudo-brazării oțelurilor prin toate procedeele cunoscute și aplicate industrial.

La aliajele utilizate în prezent ca materiale pentru sudo-brazare, există și dezavantajul neomogenităților, datorate tehnicilor actuale de obținere, ce constau în operații metalurgice convenționale de: topire, turnare și extrudare. Acestea mai au în plus și dezavantajul de a prezenta o rezistență mică la oxidarea zincului, pe durata realizării operației de sudo-brazare a oțelurilor galvanizate.

Deoarece este de preferat ca aceste aliaje să aibă o structură și o granulație cât mai fină, în tehnologiile actuale mai sunt prevăzute operații suplimentare de: presare, extrudare și laminare a semifabricatelor pentru electrozi, urmate de operații succesive de recoacere, pentru aproape fiecare operație de deformare introdusă.

După cum este cunoscut, tehnicile de solidificare ultrarapidă permit promovarea unor viteze foarte mari de răcire de solidificare: 105...106 K/s, viteze ce conduc la efecte structurale spectaculoase. Gama de viteze de răcire specifice solidificării ultrarapide este capabilă să producă modificări constituționale și structurale realmente noi în aliajele cristaline și dacă se merge spre limita tehnologică, se realizează structuri amorfe. Se poate considera că viteza de răcire de 105 K/s reprezintă un prag deasupra căruia se produc fenomene de neechilibru. Acest lucru a impus solidificarea ultrarapidă, ca o cale tehnologică de creare a unor materiale metalice noi. În cazul aliajelor obținute prin solidificare ultrarapidă, extensia solubilității diferitelor elemente de aliere în stare solidă este de sute de ori mai mare decât cea indicată de diagramele de echilibru fazic. Totodată, are loc o finisare a granulației aliajului solidificat la scară micro și nanometrică, cu formare de structuri quasicristaline și suprimarea dezvoltării structurilor dendritice de solidificare. În această situație, prin răcirea ultrarapidă a aliajelor, se pot forma, în anumite condiții de compoziție chimică, faze structurale nanocristaline sau pot rezulta fazele amorfe sau așa numitele sticle metalice.

Datorită tehnicilor multiple de solidificare ultrarapidă, există în prezent o preocupare constantă privind posibilitățile de aplicare și utilizare industrială curentă a acestor noi categorii de aliaje ce rezultă prin solidificare ultrarapidă, direct cu structură nanometrică sau amorfă.

În lucrarea: "Synthesis and characterisation of nanocrystalline and amorphous Al-Cu-Cr brass alloy by rapid solidification and mechanical milling", (Jour. Of Alloys and Compounds, Vol. 457, Iss.1-2, 12 June 2008, pp177), de exemplu, se prezintă determinări privind un aliaj din alamă obținut prin solidificare rapidă pe disc suprarăcit rotit, iar în

documentul de brevet **EP 1777305 A1**, se prezintă un aliaj de cupru tip alamă cu diverse elemente de aliere: Si, Zr, P, Mg, și 0,01...0,3% pământuri rare, cu granulație fină, care poate fi utilizat și ca material de sudare.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția propusă constă în stabilirea conținutului chimic al unui aliaj de sudo-brazare bazat pe alame și a unui procedeu de obținere de produse de sudo-brazare din acest aliaj, care să permită obținerea la produsele de sudare a unei granulații cât mai fine cu costuri minime și asigurarea unei suficiente protecții împotriva oxidării și evaporării zincului din zona cordonului de sudo-brazare.

Aliajul conform invenției și procedeul de obținere de produse de sudură din acesta rezolvă această problemă tehnică, prin aceea că este obținut pe bază de alamă special microaliată cu pământuri rare și cu structură nanometrică de suprarăcire, obținută prin solidificare ultrarapidă, prin tehnologia neconvențională de extrudare a topiturii și răcirea acesteia pe un disc de cupru aflat în rotație (tehnologie cunoscută sub denumirea internațională "chill block melt-spining process"), prin care rezultă aliaje solidificate ultrarapid, sub formă de benzi cu grosimea de circa 50...80 μ , produsele de sudo-brazare putând fi obținute din acest aliaj prin tehnologia cunoscută de presare și extrudare.

Mai concret, un prim obiect al invenției îl constituie un aliaj nanocristalin, pentru sârme și electrozi de sudo-brazare a oțelurilor galvanizate, obținut pe bază de alamă cu adaos de pământuri rare prin solidificare ultrarapidă, la care alama utilizată este fără conținuturi de Cd, Pb, As, Li, Bi și Ag, și conține: de la 46,0 până la 62,0% Cu, de la 0,10 până la 1,0% Sn, de la 0,01 până la 0,5% Fe, de la 0,001 până la 1,5% Ni, de la 0,001 până la 0,3% Si, și de la 0,10 până la 0,5% mischmetal pe bază de Ce-La-Nd.

Un alt obiect al invenției îl constituie un procedeu de obținere a unor electrozi de sudo-brazare a oțelurilor galvanizate din aliaj pe bază de alamă microaliată, cu compoziția chimică anterior menționată, supusă solidificării ultrarapide prin tehnica evacuării topiturii sub o presiune de argon sau un gaz inert similar, pe un disc din cupru aflat în rotație la o viteză periferică de circa 12,5...14 m/s, și compactizarea aliajului suprarăcit prin presare și extrudarea sub formă de electrozi, după care, înainte de a fi dimensionați, aceștia sunt imersați într-o baie de săruri topite pe bază de 75% borax și 25% acid boric sau combinații similare ale acestor fluxuri, pentru realizarea prin infiltrare la suprafața acestora a stratului de flux necesar operației de sudo-brazare.

Un alt obiect revendicat al invenției îl constituie un produs pentru sudo-brazarea oțelurilor galvanizate, obținut prin procedeul revendicat, realizat din alamă microaliată și cu pământuri rare, suprarăcită, cu o granulație deosebit de fină, sub formă de sârmă electrodică sau electrozi.

Invenția revendicată prezintă ca principal avantaj faptul că permite obținerea la produsele de sudare a unei granulații fine cu costuri minime și asigură protecție împotriva oxidării și evaporării zincului din zona cordonului de sudo-brazare, permițând evitarea formării de porozități în timpul sudării oțelurilor galvanizate.

Alte avantaje ale realizării de produse de sudare/brazare cu aliajul și procedeul conform invenției, sunt:

- se creează posibilitatea utilizării materialului atât pentru aplicarea procedeelor de sudo-brazare electrice, cât și a celor cu flacăra;
- o mai mare rezistență la coroziune a zonelor îmbinate comparativ cu utilizarea aliajelor clasice cunoscute;
- se realizează o bună stabilitate a arcului electric, o bună geometrie a cordonului de sudo-brazare, o mai mică afectare de către căldură a stratului din Zn, și se înlătură necesitatea adaosurilor de gaze cu conținuturi de H pentru protecția sudo-brazării prin metode electrice de tip MIG;

- comparativ cu materialele clasice, se micșorează degajările de fum și aerosoli, și prin lipsa conținuturilor de Cd, Pb, Li, din compoziția materialelor utilizate la executarea operațiilor de sudo-brazare; 1
- apare o scădere a cantităților de monoxizi de azot, a bioxidului de azot și ozon ce se degajă prin descompunere la utilizarea metodelor cu arc electric, precum și a oxidului de carbon la utilizarea flăcării oxi-gaz și prin urmare rezultă un grad mult mai redus de contaminare a mediului cu oxizi și alte reziduuri metalice sau chimice. 3
- Invenția este prezentată pe larg în continuare. 5
- Conform invenției, materialele de sudo-brazare bazate pe aliaj de alamă microaliată elimină dezavantajele prezentate de alte materiale similare privind oxidarea și evaporarea zincului și formarea de porozități în zona de sudare/brazare, prin microalierea cu pământuri rare și datorită folosirii solidificării ultrarapide. 7
- Se propune următoarea tehnologie, necesară obținerii noilor electrozi pentru sudo-brazare; aceasta se desfășoară în trei etape succesive de procedeu de obținere a unor produse de sudare sau brazare a oțelurilor galvanizate: 9
- Prima etapă implică elaborarea unor șarje pe bază de Cu-Zn (alamă), având elementele de aliere în limite bine precizate pentru fiecare tip de aliaj de sudo-brazare propus și restricții nominalizate sub conținuturi de 0,001% pentru următoarele elemente: O, S, Bi, As, Sb. 11
- Conform invenției, în compoziția chimică a aliajelor nu sunt conținute elemente precum: Cd, Pb, și Li din motive ecologice, Ag este eliminat din motive economice, iar compoziția este microaliată cu un amestec de maximum 0, 5% pământuri rare pe bază de La, Ce și Nd de tip Mischmetal (50% Ce, 25% La și 18% Nd) în scopul îmbunătățirii proprietăților de sudo-brazare a oțelurilor galvanizate. Datorită reactivității mari în stare metalică a pământurilor rare, introducerea lor în faza lichidă conduce la formarea unor compuși intermetalici de tip ternar. Acești compuși au o căldură mare de formare, rafinează suplimentar topitura și formează pelicule de protecție ce împiedică oxidarea suplimentară a Zn, îmbunătățesc umectabilitatea prin capilaritate la interfața depunerii și micșorează fragilitatea după operația de sudo-brazare. 13
- Totodată metalele cu volum atomic mare se dovedesc a fi superficial active, iar în acest caz volumele atomice al pământurilor rare cu Ce, La și Nd le fac să se înscrie direct în această categorie. 15
- Conform invenției, exemplele pentru compozițiile chimice ale aliajelor elaborate în vederea solidificării ultrarapide și obținerea unor electrozi de sudo-brazare sunt prezentate în tabelul de mai jos. 17

Exemple pentru compoziția chimică a aliajelor

Aaliaj	Compoziția chimică, (%)								39
	Cu	Zn	Sn	Fe	Mn	Ni	Si	Elemente de microaliere pe bază de pământuri rare cu La-Ce-Nd	
Aliaj tip A	59,0-62,0	rest	0,0-0,5	0,1-0,2	0,0-0,3	~	-	0,1-0,3	43
Aliaj tip B	56,0-62,0	rest	0,5-1,5	0,1-0,5	0,2-1,0	0,0-1,5	—	max 0,5	45
Aliaj tip C	46,0-50,0	rest	0,1-0,15	0,01-0,1	0,2-0,5	-	0,1-0,3	max 0,5	47
Aliaj tip D	56,0-62,0	rest	0,0-1,0	0,01-0,1	0,2-1,0	0,0-0,5	0,01-0, 05	0,1-0,3	

RO 125720 B1

1 - Mn este un dezoxidant puternic și elimină efectul negativ de formare a compușilor
ternari cu Fe; de asemenea, ajută la eliminarea S-lui din compoziție. Alături de aceste
3 elemente impurificatoare, mai pot exista mici cantități de maximum 0,014%P, care este de
fapt un puternic dezoxidant pentru Cu, precum și mici conținuturi de 0,0005% Ti sau B care
5 sunt elemente puternic dezoxidante și benefice compozițional.

- În etapa a doua a tehnologiei, topitura metalică încărcată într-un creuzet special
7 executat, cu un orificiu de evacuare cu dimensiuni de circa 0,8...0,9 mm în diametru, este
turnată și solidificată ultrarapid prin realizarea unei evacuări directe sub presiune de argon
9 de 0,3...0,9 at (sau un gaz inert similar), pe un disc din cupru cu diametru de circa 200 mm
și grosimea de aproximativ 20 mm, disc aflat în rotație cu 1500 rotații/minut și respectiv - cu
11 o viteză liniară periferică de circa 12,5...14 m/s. Produsul solidificat pe disc rezultă sub formă
de benzi subțiri de circa 50...80 μ și diferite lungimi.

13 Rezultă simultan un grad de omogenitate foarte ridicat al benzilor, precum și o
structură strict nanometrică, datorită răcirii aliajului cu viteze de aproximativ 106°C/s, viteze
15 ce asigură eliminarea structurii dendritice și un optim al omogenității aliajelor după
solidificare.

17 Produsele sub formă de benzi, rezultate în această etapă și obținute conform
descrierii invenției, prezintă avantaje tehnologice remarcabile:

19 - se obțin cu structură nanocristalină direct prin extrudarea topirii, eliminându-se
operațiile metalurgice clasice de: turnare lingou, laminare și tratamentele termice
21 intermediare pentru omogenizare;

- pot fi fabricate într-o largă gamă de compoziții chimice și dimensionale, utile
23 realizării electrozilor de sudo-brazare.

- În etapa a treia și ultima a tehnologiei, pentru obținerea electrozilor de sudo-brazare,
25 benzile rezultate anterior prin solidificare ultrarapidă sunt presate la cald pentru compactizare
la 250°C. Operația se face cu menținere de vid parțial de circa 10^{-2} MPa; (compactizarea mai
27 poate fi realizată cu aceleași bune rezultate și prin procedeul de presare izostatică HIP).
Semifabricatul rezultat după operația de presare va fi extrudat la temperatura de 450°C pe
29 un extrudor orizontal sau vertical cu mai multe fire și o filieră la un diametru util de 3 mm.

Ca urmare, rezultă un electrod monofilar sau o sârmă electrodică de sudo-brazare,
31 care în continuare este imersat într-o baie de săruri topite pe baza de 75% borax și 25% acid
boric și clorură de zinc sau combinații similare ale acestora. Imersarea se face cu scopul de
33 a realiza prin infiltrare la suprafața electrodului, a unui strat util de flux de sudo-brazare. La
finalul operațiilor tehnologice descrise anterior, sârma electrodică este dimensionată
35 corespunzător pentru a fi utilizată ca electrod pentru sudo-brazare.

Se obține astfel un electrod din aliaj cu structură unică, integral optimă pentru
37 operațiile de sudo-brazare a oțelurilor galvanizate, ce combină aliajul cu structură nano-
cristalină cu fluxul de protecție clasic cunoscut și utilizabil. După cum se cunoaște, pentru
39 aceste fluxuri în afară de borax și acid boric mai pot fi utilizate cu aplicare identică și fluxuri
pe bază de hidrură, clorură de zinc, fluorit sau criolit în diverse combinații cu acidul boric.

41 În cazul în care electrozii pentru sudo-brazare sunt obținuți conform invenției din
aliaje solidificate ultrarapid, marea uniformitate compozițională, caracteristicile mecanice
43 rezultate și structura lor nanometrică creează condiții ideale obținerii unor electrozi strict
omogeni de foarte bună calitate, utilizabili atât pentru procedeele de sudo-brazare electrice
45 cunoscute de tip MIG, cât și pentru procedeul cu flacără oxi-acetilenică.

Conform invenției, aliajele de sudo-brazare obținute pe această cale se
47 caracterizează în plus și prin următoarele proprietăți specifice conferite de obținerea prin
solidificare ultrarapidă a materialului electrodic de aport:

49 - la sudo-brazare au o viteză de depunere mare, deci o bună sudabilitate;

RO 125720 B1

- se depun compact din punct de vedere compozițional, se reduce porozitatea materialului în zona de realizare a cordonului de sudo-brazare, se reduc incluziunile de flux și apariția fisurilor intergranulare, după solidificarea cordonului; 1
- au o granulație tinzând spre o structură ideal de fină și aliajele sunt superioare materialelor de aport obținute prin tehnologiile clasice, inclusiv aliajelor cunoscute pe bază de bronz cu aluminiu sau nichel, deoarece aceste ultime tipuri de aliaje menționate sunt mai electropozitive decât zincul și prin urmare nu pot asigura suficientă protecție în zona cordonului de sudo-brazare și solubilizarea suficientă a zincului. 3
- 5
- 7

Revendicări

1. Aliaj nanocristalin, pentru sârme și electrozi de sudo-brazare a oțelurilor galvanizate, obținut pe bază de alamă cu adaos de pământuri rare prin solidificare ultrarapidă, **caracterizat prin aceea că** alama utilizată este fără conținuturi de Cd, Pb, As, Li, Bi și Ag, și conține: de la 46,0 până la 62,0% Cu, de la 0,10 până la 1,0% Sn, de la 0,01 până la 0,5% Fe, de la 0,001 până la 1,5% Ni, de la 0,001 până la 0,3% Si, și de la 0,10 până la 0,5% mischmetal pe bază de Ce-La-Nd.

2. Procedeu de obținere a unor electrozi de sudo-brazare a oțelurilor galvanizate din aliaj pe bază de alamă microaliată, supusă solidificării ultrarapide prin tehnica evacuării topiturii sub o presiune de argon sau un gaz inert similar, pe un disc din cupru aflat în rotație la o viteză periferică de circa 12,5...14 m/s, **caracterizat prin aceea că** alama utilizată este fără conținuturi de Cd, Pb, As, Li, Bi și Ag, și conține: de la 46,0 până la 62,0% Cu, de la 0,10 până la 1,0% Sn, de la 0,01 până la 0,5% Fe, de la 0,001 până la 1,5% Ni, de la 0,001 până la 0,3% Si, de la 0,10 până la 0,5% mischmetal pe bază de Ce-La-Nd, iar după compactizarea prin presare și extrudarea sub formă de electrozi, înainte de a fi dimensionați, aceștia sunt imersați într-o baie de săruri topite pe bază de 75% borax și 25% acid boric sau combinații similare ale acestor fluxuri, pentru realizarea prin infiltrare la suprafața acestora a stratului de flux necesar operației de sudo-brazare.

3. Produs pentru sudo-brazarea oțelurilor galvanizate, obținut prin procedeul conform revendicării 2, realizat din alamă microaliată și cu pământuri rare, sub formă de sârmă electrodică sau electrozi, **caracterizat prin aceea că** aliajul de alamă microaliată de realizare a produsului este fără conținuturi de Cd, Pb, As, Li, Bi și Ag, și conține: de la 46,0 până la 62,0% Cu, de la 0,10 până la 1,0% Sn, de la 0,01 până la 0,5% Fe, de la 0,001 până la 1,5% Ni, de la 0,001 până la 0,3% Si, de la 0,10 până la 0,5% mischmetal pe bază de Ce-La-Nd, și este obținut prin solidificarea ultrarapidă a aliajului topit, produsul rezultat având în final o granulație deosebit de fină.

