



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2013 00078**

(22) Data de depozit: **23/01/2013**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/12/2019** BOPI nr. **12/2019**

(41) Data publicării cererii:  
**29/08/2014** BOPI nr. **8/2014**

(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;**  
• **ION IOANA, STR. MUNTENIA NR. 4,  
BL. V3, SC. B, ET. 1, AP. 27, HUNEDOARA,  
HD, RO;**

• **TSAKIRIS VIOLETA,  
ȘOS.NICOLAE TITULESCU NR.18, BL.23,  
SC.B, ET.4, AP.66, SECTOR 1,  
BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **ENESCU ELENA, DRUMUL TABEREI  
NR.64, BL.F 4, SC.5, ET.1, 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;**  
• **GRIGORE FLORENTINA,  
STR.PĂTULULUI NR.6, BL.5, SC.1, AP.43,  
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **BRĂTULESCU ALEXANDRA,  
STR.BECAȚEI NR.29, BL.VN 9, SC.A, ET.5,  
AP.23, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**US 3713790; US 5340658;  
US 20110132973 A1**

(54) **PROCEDEU DE OBȚINERE A UNUI PRODUS TIP SANDWICH  
DIN PLĂCI TIP MATERIAL CARBONIC-OȚEL**



# RO 129708 B1

1           Invenția se referă la un procedeu de obținere a unui produs tip sandwich din plăci tip  
3 material carbonic-oțel, cu aplicații într-o gamă largă de produse sau componente din electro-  
tehnică, electronică, ingineria mecanică, industria auto și aeronautică, care funcționează la  
temperaturi de lucru mai mici de 220°C.

5           Se cunoaște faptul că la îmbinarea materialelor disimilare trebuie păstrată integritatea  
7 structurală și funcționalitatea materialelor inițiale, pe tot parcursul utilizării acestora. La îmbi-  
narea materialelor similare, rezistența îmbinării este dependentă de rezistența la interfața  
dintre cele două materiale, precum și de prezența defectelor.

9           Diferitele procedee cunoscute pentru obținerea de produse cu joncțiuni planare tip  
sandwich din materiale disimilare se bazează pe următoarele tehnici:

11           - îmbinare mecanică prin elemente de fixare, cum ar fi prin șuruburi, cuie și bolțuri;  
13           - îmbinare prin lipire cu material adeziv nemetalic (materiale epoxidice sau acrilice)  
sau metalic (aliaj de lipit);

15           - îmbinare prin sudare, cum ar fi sudarea prin difuzie, sudarea prin frecare cu element  
activ rotitor, etc.

17           Îmbinarea mecanică prin elemente de fixare, deși este fezabilă din punct de vedere  
al costurilor, masei îmbinării și rezistenței mecanice, necesită ca materialele de îmbinat să  
19 aibă o anumită grosime și să fie prevăzute cu găuri sau să fie găurite anterior îmbinării, ceea  
ce duce la costuri suplimentare, scăderea rezistenței mecanice, apariția unor tensiuni în  
structura materialelor sau fisurarea materialelor carbonice care sunt fragile.

21           La îmbinarea materialelor disimilare prin lipire cu material adeziv nemetalic, se pot  
utiliza materiale adezive pe bază de rășini epoxidice sau materiale acrilice cu coeficient de  
23 dilatare termică liniară de  $(50...100) \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . Materialele adezive bicomponente pe bază de  
rășină epoxidică rezistă în medii umede și corozive la temperaturi sub 100°C, polimerizarea  
25 având loc la temperatura camerei, timpul de uscare putând fi de la câteva minute până la  
8...24 h, în funcție de grosimea stratului și tipul întăritorului. Adezivii care conțin rășini  
27 epoxidice și solvenți sunt toxici, pot avea un efect iritant asupra pielii și organelor respiratorii  
prin inhalarea vaporilor și pot cauza reacții alergice, iar adezivii pentru lipiri structurale pe  
29 bază de materiale acrilice au durata de fixare de câteva minute și rezistă la o temperatură  
de până la 120°C.

31           Îmbinarea prin lipire este utilizată în special la îmbinarea la cald a unor piese metalice  
din oțeluri carbon, oțeluri aliate, fonte cenușii, Al, Ni, etc. cu ajutorul unui aliaj de lipit. Spre  
33 deosebire de unele procedee de îmbinare prin sudare, lipirea nu implică topirea pieselor  
metalice, ci doar încălzirea superficială a metalului de bază, care își menține structura, com-  
poziția chimică și caracteristicile mecanice.

35           Spre deosebire de materialele metalice, materialele carbonice nu se pretează la  
37 sudare, iar brazarea este dificilă, deoarece majoritatea materialelor metalice adezive, care  
sunt frecvent utilizate, umectează foarte puțin sau deloc materialele carbonice. De aceea,  
39 chiar și cu un material metalic de lipire adecvat, lipirea prin brazare necesită tratamente  
speciale de suprafață, ceea ce conduce la creșterea duratei de timp și la costuri suplemen-  
41 tare pentru realizarea joncțiunii.

43           Materialele carbonice grafitizate (grafit sintetic) sunt folosite pentru fabricarea de  
creuzete datorită următoarelor proprietăți: grafitul nu este umectat de topituri metalice, rezistă  
la temperaturi ridicate (temperatura de lucru sub 2000°C, temperatura de topire de 3650°C),  
45 are densitatea aparentă de 1,3...1,95 g/cm<sup>3</sup>, modulul lui Young de 8...15 GPa, conductivitate  
termică mare: 50...200 W/(m·K), rezistivitate electrică mică:  $(5...30) \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ , coeficient mic  
47 de dilatare termică liniară, de  $(2...8) \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , rezistă la șoc termic și frecare, iar rezistența  
mecanică a grafitului sintetic crește cu creșterea temperaturii, spre deosebire de celelalte  
49 materiale, la care scade cu creșterea temperaturii.

# RO 129708 B1

Îmbinarea prin lipire este mai simplă și duce la obținerea unor produse cu joncțiuni planare tip sandwich mai ușoare, datorită lipsei elementelor de fixare utilizate la îmbinarea mecanică și prezintă dezavantajul că temperatura la care rezistă îmbinarea este limitată de tipul adezivului utilizat. În plus, adezivul nemetalic pe bază de materiale epoxidice sau acrilice poate afecta ireversibil unele proprietăți ale materialelor disimilare care se îmbină.	1 3 5
Procedeele cunoscute de îmbinare a materialelor disimilare de tip carbon-oțel au dezavantajul că sunt aplicabile la un număr extrem de limitat de aplicații.	7
Pentru aplicațiile ce lucrează în condiții de lucru severe, la temperaturi mai mari de 700°C, se folosesc joncțiuni realizate în vid prin îmbinarea la cald a materialelor disimilare componente cu un aliaj de lipit pe bază de Cu-Mg și/sau Ti/Cu, după placarea ionică a materialului carbonic cu un strat de Ti de grosime 20...30 μm. Când materialul carbonic este de tip grafit pirolitic, se folosește un aliaj de lipit din Cu-Cr sau Au-Cr cu un conținut gravimetric de 10...85% Cr sau din Ag-Cr cu 10...75% Cr, fără funcționalizarea prealabilă a suprafeței componentelor din grafit pirolitic.	9 11 13
În acest sens este cunoscut, prin documentul <b>US 3713790</b> , un produs tip sandwich cuprinzând: a) un membru din grafit pirolitic; b) un element metalic și c) un element de îmbinare între elementele a) și b) cuprinzând un aliaj cu o proporție totală de nu mai puțin de 90% în greutate selectat dintr-un grup de aliaje de lipit constând din: aliaj de cupru-crom în care conținutul de crom variază de la 10 la 75 procente în greutate din aliaj, aliaj de Ag-Cr în care conținutul de Cr variază de la 10 la 85% în greutate și aliaj de Au-Cr în care conținutul de Cr este de minim 10% în greutate, restul componentelor aliajului menționat fiind unul sau mai multe tipuri de metale, îmbinarea fiind realizată prin încălzire la o temperatură mai mare decât temperatura de topire a fiecăruia dintre metalele aliajului de îmbinare, uzual la 1460...1520°C, în atmosferă protectoare, preferabil în vid.	15 17 19 21 23
De asemenea, documentul <b>US 5340658</b> prezintă o duză de sudare care cuprinde o duză metalică din aliaj de cupru și un inel fabricat dintr-un material pe bază de carbon, atașat la vârful duzei metalice cu ajutorul unui metal de umplură de lipire care este un aliaj cuprinzând ca elemente componente esențiale ale acestuia, cel puțin un element selectat din grupul constând din vanadiu, niobiu, titan, zirconiu și siliciu și cel puțin un element selectat din grupul constând din cupru, argint, nichel și aluminiu, iar documentul <b>US 20110132973 A1</b> prezintă un procedeu de fabricare a unui dispozitiv incluzând un material din carbon și un material din aliaj de cupru, care sunt unite unul cu celălalt, cuprinzând etapele de: depunere a unui strat subțire de titan de grosime 20...30 μm pe o suprafață frontală pentru lipirea materialului din carbon; poziționarea materialului din carbon astfel încât stratul subțire de titan să se opună materialului din aliaj de cupru, în timp ce un strat intermediar, în special din cupru, este interpus între materialul din carbon și materialul din aliaj de cupru; introducerea unei folii de material de lipire într-un spațiu între materialul de carbon și stratul intermediar, precum și într-un spațiu între stratul intermediar și materialul din aliaj de cupru, astfel încât să se prepare un ansamblu de materiale și supunerea ansamblului la un proces de lipire în vid și în continuare la un proces de îmbătrânire.	25 27 29 31 33 35 37 39
Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în stabilirea unui procedeu de obținere a unui produs planar tip sandwich din material carbonic-oțel, cu proprietăți mecanice și fizice adecvate utilizării la temperaturi mai mici de 220°C, prin lipire la cald a unor componente din material carbonic și din oțel cu un aliaj de lipit adecvat.	41 43
Procedeu conform invenției rezolvă această problemă tehnică și înlătură dezavantajele menționate la procedeele prezentate anterior, prin aceea că, în scopul obținerii unor produse cu joncțiuni planare tip sandwich din plăci tip material carbonic-oțel prin îmbinare prin lipire la cald, utilizează următoarele materiale și etape de îmbinare a lor:	45 47
- materialul carbonic este ales tip electrografit sub formă de semifabricate paralelipedice cu dimensiunile (30...50)x(30...50)x(3...6) mm <sup>3</sup> , densitatea aparentă 1,55...1,75 g/cm <sup>3</sup> , microduritatea Vickers HV0,3/15 de 23...45, modulul lui Young de 8...15 GPa, rezistența la	49 51

# RO 129708 B1

1 încovoiere de 14...27 MPa, coeficientul de frecare de 0,15...0,30 și viteza de uzură de  
(2,5...7) $\times 10^{-6}$  mm<sup>3</sup>/(N·m), degresate prin spălare cu apă distilată și imersare în alcool etilic  
3 timp de 3...5 s, și uscate într-o etuvă la 80...100°C timp de 1...2 h, care apoi sunt placate  
electrochimic într-o celulă de electroliză cu un strat omogen și aderent de cupru de grosime  
5 50...100 μm la parametri fizico-chimici specifici, după care sunt spălate cu apă distilată,  
uscate într-o etuvă la 80...100°C timp de 1...2 h și imersate într-o soluție de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> cu  
7 concentrația de 85%, timp de 5...10 s;

- materialul tip oțel hipoeutectoid este ales sub formă de table cu un conținut exprimat  
9 în % masice de maxim 0,1% C, maxim 0,5% Si, 0,8...1,6% Mn, 0,025...0,1% P, maxim  
0,025% S, maxim 0,1% Al, maxim 0,09% Nb, 0,12...0,15% Ti și în rest % Fe, de dimensiuni  
11 (30...50) $\times$ (30...50) $\times$ (0,5...1,4) mm<sup>3</sup>, cu microduritatea HV 0,3/15 de 90...207, modulul lui  
Young de 40...88 GPa, rezistența la încovoiere de 420...590 MPa, coeficientul de frecare de  
13 0,34...0,38 și viteza de uzură de (30,9...42,3) $\times 10^{-5}$  mm<sup>3</sup>/(N·m), care sunt degresate cu  
acetona și ultrasonate timp de 20...40 min, uscate într-o etuvă la 80...100°C timp de 1...2 h  
15 și decapate la temperatura ambiantă într-o soluție de HCl 37%, timp de 5...10 s;

- aliajul de lipit este ales tip Sn-Cu-Ti cu un conținut exprimat în procente gravimetrice  
17 de 0,8...3% Cu, 0...0,2% Ti, și, în rest, %Sn, cu densitatea de 7,23...7,31 g/cm<sup>3</sup>, microduri-  
tatea HV 0,3/15 de 12...16 și rezistența de rupere la tracțiune de 30...50 MPa, și se depune  
19 pe componentele de îmbinat ca strat uniform, omogen și aderent, de 40...100 μm grosime,  
prin imersarea componentelor din material carbonic și oțel în aliajul topit la 220...240°C timp  
21 de 5...15 s, componentele din material carbonic și din oțel stocate termic fiind fixate în poziție  
corespunzătoare și îmbinate prin menținere timp de 1...2 min la temperatura de 220...240°C,  
23 presare sub sarcină la presiunea de 0,0125...0,025 MPa și răcire lentă până la temperatura  
ambiantă timp de 2...3 h, pentru obținerea unei rezistențe la încovoiere a produsului tip  
25 sandwich rezultat de 90...110 MPa, determinată prin metoda în trei puncte cu materialul  
carbonic în compresie și a unei microdurități a aliajului din zona de îmbinare: HV 0,3/15 de  
27 12...16, modulul lui Young rezultat fiind de 50...60 GPa.

Procedeul conform invenției prezintă următoarele avantaje:

29 - permite realizarea unor produse cu joncțiuni planare tip sandwich din materiale disi-  
milare (material carbonic și oțel), cu caracteristici mecanice superioare, care, în majoritatea  
31 cazurilor, nu necesită prelucrări ulterioare;

- este eficient prin folosirea unor materii prime ieftine, realizarea unor consumuri  
33 energetice reduse și productivitate mare;

- asigură reproductibilitatea caracteristicilor fizico-mecanice ale produselor cu  
35 joncțiuni planare tip sandwich cu menținerea structurii, compoziției chimice și caracteristicilor  
materialelor disimilare;

37 - permite realizarea produselor cu joncțiuni planare tip sandwich fără tensionarea și  
fisurarea materialelor suport;

39 - permite o gamă variată de utilizare, prin înlocuirea materialului carbonic-grafit  
sintetic cu compozite carbonice.

41 Invenția este prezentată pe larg în continuare.

Procedeul conform invenției, în scopul obținerii unor produse cu joncțiuni planare tip  
43 sandwich din plăci tip material carbonic-oțel prin îmbinare prin lipire la cald, pornește de la:

- material carbonic-electrografit sub formă de semifabricate paralelipipedice de  
45 dimensiuni L<sub>x</sub>l<sub>x</sub>h de (30...50) $\times$ (30...50) $\times$ (3...6) mm<sup>3</sup>, cu densitatea aparentă de  
1,55...1,75 g/cm<sup>3</sup>, microduritatea Vickers HV 0,3/15 de 23...45, modulul lui Young de  
47 8...15 GPa, rezistența la încovoiere de 14...27 MPa, coeficientul de frecare de 0,15...0,30 și  
viteza de uzură de (2,5...7) $\times 10^{-6}$  mm<sup>3</sup>/(N·m), degresate prin spălare cu apă distilată și  
49 imersare în alcool etilic timp de 3...5 s, uscate într-o etuvă la 80...100°C, timp de 1...2 h,

# RO 129708 B1

acoperite cu un strat uniform, omogen și aderent de cupru cu grosimea de 50...100 μm, care se depune electrochimic într-o celulă de electroliză, la care anodul (+) este un electrod de cupru electrolitic (puritate 99,999 %), catodul (-) este materialul carbonic care se plachează și electrolitul este format dintr-o soluție de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ( $\geq 99\%$ ) cu concentrația 25...200 g/l și  $\text{H}_2\text{SO}_4$  cu concentrația 98%, între 50 ml/l și 180 ml/l, pH-ul 1...3,5, la densitatea de curent de 0,1...2 A/dm<sup>2</sup>, temperatura de 18...25°C și timpul de depunere de 60...90 min, cu agitare magnetică moderată, care apoi se spală cu apă distilată, se usucă într-o etuvă la 80...100°C, timp de 1...2 h și se imersează într-o soluție de  $\text{H}_3\text{PO}_4$  85%, timp de 5...10 s;

- oțel hipoeutectoid sub formă de table cu un conținut exprimat în procente gravimetrice de maxim 0,1% C, maxim 0,5% Si, 0,8...1,6% Mn, 0,025...0,1% P, maxim 0,025% S, maxim 0,1% Al, maxim 0,09% Nb, 0,12...0,15% Ti, restul % Fe, de dimensiuni Lxlxh de (30...50)x(30...50)x(0,5...1,4) mm<sup>3</sup>, cu densitatea de 7,82...7,84 g/cm<sup>3</sup>, microduritatea Vickers HV 0,3/15 de 90...207, modulul lui Young de 40...88 GPa, rezistența la încovoiere de 420...590 MPa, coeficientul de frecare de 0,34...0,38 și viteza de uzură de (30,9...42,3)x10<sup>-5</sup> mm<sup>3</sup>/(N·m), care se degresează cu acetonă, se ultrasonează timp de 20...40 min, se usucă într-o etuvă la temperatura de 80...100°C, timp de 1...2 h, și se decapează la temperatura ambiantă într-o soluție de HCl 37%, timp de 5...10 s, se spală cu apă distilată, se imersează într-o soluție alcalină de 1% gravimetrice  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , se spală cu apă distilată și se imersează într-o soluție de  $\text{H}_3\text{PO}_4$  85%, timp de 5...10 s;

- aliaj de Sn-Cu-Ti cu un conținut exprimat în procente gravimetrice de 0,8...3% Cu, 0...0,2% Ti, restul % Sn, cu densitatea de 7,23...7,31 g/cm<sup>3</sup>, microduritatea Vickers HV 0,3/15 de 12...16, modulul lui Young de 50...60 GPa și rezistența de rupere la tracțiune de 30...50 MPa, care se depune pe materialele disimilare ca strat uniform, omogen și aderent, de grosime 40...100 μm, prin imersarea eșantioanelor de material carbonic și oțel în aliajul topit la temperatura de 220...240°C, timp de 5...15 s, fixarea în poziția de îmbinare a materialelor carbonice și de oțel stantate termic, îmbinarea la cald timp de 1...2 min la temperatura de 220...240°C, presarea produselor cu joncțiuni planare tip sandwich cu o greutate de 20...40 N, menținerea acestora sub sarcină la presiunea de 0,0125...0,025 MPa și răcirea lentă până la temperatura ambiantă timp de 2...3 h, la final rezultând produse cu joncțiuni planare tip sandwich cu rezistența la încovoiere de 90...110 MPa, determinată prin metoda în trei puncte cu materialul carbonic în compresie, cu aliajul metalic din zona de îmbinare de microduritate Vickers HV 0,3/15 de 12...16 și modulul lui Young de 50...60 GPa.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției:

Conform invenției, pentru obținerea unor produse cu joncțiuni planare tip sandwich din plăci tip material carbonic-oțel prin metoda de îmbinare prin lipire la cald cu un material metalic adeziv pe bază de aliaj de Sn, se pornește de la material carbonic-electrografit sub formă de semifabricate paralelipipedice de dimensiuni Lxlxh de 38x36x5 mm<sup>3</sup>, cu densitatea aparentă de 1,61 g/cm<sup>3</sup>, duritatea Vickers HV 0,3/15 de 34, modulul lui Young de 10,5 GPa, rezistența la încovoiere de 19 MPa, coeficientul de frecare de 0,26 și viteza de uzură de 5,4x10<sup>-6</sup> mm<sup>3</sup>/(N·m), table din oțel hipoeutectoid de dimensiuni Lxlxh de 38x36x0,8 mm<sup>3</sup>, cu un conținut maxim exprimat în procente gravimetrice de 0,1% C, 0,5% Si, 0,8% Mn, 0,1% P, 0,025% S, 0,1% Al, 0,09% Nb, 0,12% Ti, restul %Fe, densitatea de 7,84 g/cm<sup>3</sup>, duritatea Vickers HV 0,3/15 de 98, modulul lui Young de 40 GPa, rezistența la încovoiere de 420 MPa, coeficientul de frecare de 0,34 și viteza de uzură de 4,3x10<sup>-6</sup> mm<sup>3</sup>/(N·m) și un aliaj de lipit din Sn-Cu-Ti cu un conținut exprimat în procente gravimetrice de 99% Sn, 0,8% Cu și 0,2% Ti, cu densitatea de 7,31 g/cm<sup>3</sup>, duritatea Vickers HV 0,3/15 de 14,8, modulul lui Young de 56 GPa și rezistența de rupere la tracțiune de 38 MPa.

# RO 129708 B1

1 Eșantioanele de material carbonic se degresează prin spălare cu apă distilată și imer-  
sare în alcool etilic timp de 3...5 s, apoi se usucă într-o etuvă la 90°C, timp de 2 h. Depunerile  
3 de cupru se realizează într-o celulă de electroliză, la care anodul (+) este un electrod de cupru  
electrolitic de puritate 99,99%, catodul (-) este materialul carbonic care urmează a fi placat  
5 și electrolitul este format dintr-o soluție de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ( $\geq 99\%$ ) cu concentrația de 200 g/l  
și  $\text{H}_2\text{SO}_4$  cu concentrația 98%, 100 ml/l, pH-ul 1...3,5, la densitatea de curent 1,4 A/dm<sup>2</sup>,  
7 temperatura de 23°C și timpul de depunere de 60 min, cu agitare magnetică moderată. Eșan-  
tioanele de material carbonic placate electrochimic cu un strat uniform, omogen și aderent  
9 de cupru de grosime  $55 \pm 3 \mu\text{m}$  se spală cu apă distilată și se usucă într-o etuvă la 90°C, timp  
de 2 h. După aceea, eșantioanele de material carbonic se imersează într-o soluție de  $\text{H}_3\text{PO}_4$   
11 85%, timp de 5 s.

Suprafața tablelor din oțel se degresează cu acetonă, se ultrasonează timp de  
13 30 min, se usucă într-o etuvă la temperatura de 90°C, timp de 2 h și se decapează la tempe-  
ratura ambiantă într-o soluție de HCl 37%, timp de 5...10 s, se spală cu apă distilată, se imer-  
15 sează într-o soluție alcalină de 1% gravimetrice  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , se spală cu apă distilată și se imer-  
sează într-o soluție de  $\text{H}_3\text{PO}_4$  85%, timp de 5 s.

17 Depunerea aliajului de Sn-Cu-Ti se realizează prin imersarea eșantioanelor din oțel  
și din material carbonic în aliajul topit la temperatura de 230°C, timp de 5 s. Suprafețele care  
19 se îmbină prezintă straturi uniforme, omogene și aderente de aliaj de Sn-Cu-Ti de grosime  
 $70 \pm 3 \mu\text{m}$ .

21 Produsele cu joncțiuni planare tip sandwich din material carbonic - aliaj de lipit - oțel  
se realizează prin fixarea în poziția de îmbinare a materialelor carbonice și de oțel stanat  
23 termic, îmbinarea la cald timp de 1...2 min la temperatura de 230°C, presarea produselor cu  
joncțiuni planare tip sandwich cu o greutate de 30 N, menținerea acestora sub sarcină la  
25 presiunea de 0,022 MPa și răcirea lentă până la temperatura ambiantă timp de 2 h.

Produsele cu joncțiuni planare tip sandwich obținute au rezistența la încovoiere de  
27  $98 \pm 2$  MPa, determinată prin metoda în trei puncte, cu materialul carbonic în compresie, cu  
aliajul metalic din zona de îmbinare de microduritate Vickers HV 0,3/15 de  $14,8 \pm 0,3$  și  
29 modulul lui Young de  $56 \pm 2$  GPa.

1. Procedeu de obținere a unui produs tip sandwich din plăci tip material carbonic-  
oțel, realizate prin îmbinarea la cald între o parte metalică și o parte din material carbonic cu  
un material de lipire metalic pe bază de aliaj de Sn, prin încălzire la temperatură ridicată  
peste punctul de topire al materialului de lipire, **caracterizat prin aceea că** materialul car-  
bonic este ales tip electrografit sub formă de semifabricate paralelipipedice cu dimensiunile  
(30...50)x(30...50)x(3...6) mm<sup>3</sup>, densitatea aparentă 1,55...1,75 g/cm<sup>3</sup>, microduritatea Vickers  
HV0,3/15 de 23...45, modulul lui Young de 8...15 GPa, rezistența la încovoiere de  
14...27 MPa, coeficientul de frecare de 0,15...0,30 și viteza de uzură de (2,5...7)x  
x10<sup>-6</sup> mm<sup>3</sup>/(N·m), degresate prin spălare cu apă distilată și imersare în alcool etilic timp de  
3...5 s și uscate într-o etuvă la 80...100°C timp de 1...2 h, care apoi sunt placate electro-  
chimic într-o celulă de electroliză cu un strat omogen și aderent de cupru de grosime  
50...100 μm, la parametri fizico-chimici specifici, după care sunt spălate cu apă distilată,  
uscate într-o etuvă la 80...100°C timp de 1...2 h și imersate într-o soluție de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> cu con-  
centrația de 85%, timp de 5...10 s, materialul tip oțel hipoeutectoid este ales sub formă de  
table cu un conținut exprimat în procente gravimetrice de maxim 0,1% C, maxim 0,5%Si,  
0,8...1,6% Mn, 0,025...0,1%P, maxim 0,025%S, maxim 0,1%Al, maxim 0,09%Nb,  
0,12...0,15% Ti și în rest %Fe, de dimensiuni (30...50)x(30...50)x(0,5...1,4) mm<sup>3</sup>, cu micro-  
duritatea HV0,3/15 de 90...207, modulul lui Young de 40...88 GPa, rezistența la încovoiere  
de 420...590 MPa, coeficientul de frecare de 0,34...0,38 și viteza de uzură de  
(30,9...42,3)x10<sup>-5</sup> mm<sup>3</sup>/(N·m) , care sunt degresate cu acetona și ultrasonate timp de  
20...40 min, uscate într-o etuvă la 80...100°C timp de 1...2 h și decapate la temperatura  
ambiantă într-o soluție de HCl 37%, timp de 5...10 s, iar aliajul de lipit este ales tip Sn-Cu-Ti  
cu un conținut exprimat în procente gravimetrice de 0,8...3%Cu, 0...0,2% Ti și în rest %Sn,  
cu densitatea de 7,23...7,31 g/cm<sup>3</sup>, microduritatea HV 0,3/15 de 12...16 și rezistența de  
rupere la tracțiune de 30...50 MPa, și se depune pe componentele de îmbinat ca strat uni-  
form, omogen și aderent, de grosime 40...100 μm, prin imersarea componentelor din material  
carbonic și oțel în aliajul topit la 220...240°C timp de 5...15 s, componentele din material  
carbonic și din oțel stanate termic fiind fixate în poziție corespunzătoare și îmbinate prin  
menținere timp de 1...2 min la temperatura de 220...240°C, presare sub sarcină la presiunea  
de 0,0125...0,025 MPa și răcire lentă până la temperatura ambiantă timp de 2...3 h, pentru  
obținerea unei rezistențe la încovoiere a produsului tip sandwich rezultat de 90...110 MPa,  
determinată prin metoda în trei puncte cu materialul carbonic în compresie și a unei  
microdurități a aliajului din zona de îmbinare: HV 0,3/15 de 12...16, modulul lui Young  
rezultat fiind de 50...60 GPa.
2. Procedeu de obținere a unui produs tip sandwich, conform revendicării 1, **caracte-**  
**rizat prin aceea că** celula de electroliză utilizată pentru placarea cu strat de cupru a plăcilor  
din material carbonic are anodul din cupru electrolitic și catodul format din materialul carbonic  
de placat, electrolitul utilizat fiind o soluție de CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O (≥99%) cu concentrația  
25...200 g/l și H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrat (98%), cu concentrația în soluție de 50...180 ml/l pentru un  
pH de 1...3,5, electroliza fiind realizată cu o densitate de curent de 0,1... 2A/dm<sup>2</sup>, o tempera-  
tură de 18...25°C și un timp de depunere de 60...90 min, cu agitare moderată.

