

# Tehnologii ICPE-CA pentru IMM-uri inovative

În ultimii ani, ICPE-CA a avut preocupări constante în direcția utilizării tehnicii speciale de sudare prin difuzie, rezultând o serie de componente specializate, din materiale disimilare. Prin stabilirea parametrilor procesului de sudare prin difuzie (atmosfera de tratament termic, temperatură, timp de menținere, presiune, viteză de încălzire și răcire, grad de curățare al suprafețelor), s-au obținut joncțiuni de calitate, din sistemul metal-metal (de exemplu: Cu/Fe, Cu/Al, Ni/Al) prin difuzie directă, cu proprietăți electrice asemănătoare materialelor metalice compacte sau joncțiuni între materiale disimilare (de exemplu Ti/Cu/FeCoV) pentru uz stomatologic, precum și din sistemul nemetal-material compozit ceramic (de exemplu: C/SiC, C/AlN), atât prin difuzie directă, cât și cu strat intermediar, pentru aplicații la temperaturi înalte.

■ Dr. Ing. Violeta Tsakiris, ICPE-CA

## Componente Cu-Fe sudate prin difuzie

Deși fierul și cuprul prezintă mari diferențe în proprietățile fizice, având solubilitate foarte mică (conform diagramei fazice cele două metale sunt aproape imiscibile), acestea au putut fi îmbinate prin aplicarea acestei tehnici, datorită proceselor de difuzie și de deformare plastică la cald prin fluj, la nivel micro (Fig. 1).

Cuplele metalice disimilare realizate în ICPE-CA prezintă un potențial mare de aplicare în industria electrotehnică, electronică sau electrică. De exemplu, componentele Cu-Fe sudate prin difuzie pot fi utilizate pentru anumite aplicații din sectorul electrotehnic, în scopul economiei de material scump (Cu) și îmbunătățirii proprietăților mecanice ale cuprului în situațiile în care, în timpul utilizării, apar forțe electromagnetice mari care ar putea determina deformarea sau distrugerea conductoarelor de cupru.

## Îmbinarea de materiale disimilare prin difuzie atomică

O altă aplicație inovativă a tehnicii de sudare prin difuzie dezvoltată în ICPE-



CA o constituie îmbinarea prin difuzie atomică între două materiale disimilare, un material feromagnetic moale (FeCoV) și un metal pur, biocompatibil (Ti), pentru realizarea de implanturi (Fig. 2) pentru medicină, în scopul fixării protezelor dentare, prin intermediul unui sistem magnetic. În componența sistemului magnetic de fixare a protezelor dentare intră un ansamblu cu un magnet permanent realizat în ICPE-CA și acest implant obținut prin sudarea prin difuzie. Forța de atracție acționează între ansamblul cu magnet permanent înglobat în proteza dentară și implantul de fixare magnetică din rădăcina dintelui. Utilizarea unor ast-

fel de sisteme magnetice asigură o serie de avantaje, cum ar fi: o retenție bună a protezelor dentare; detașarea cu ușurință a protezelor dentare; respectarea normelor de protecție biologică la câmp magnetic < 0,02 T; metodă de tratament și utilizare a sistemului magnetic, simplă și accesibilă.

Realizarea joncțiunilor FeCoV/Ti a fost posibilă prin utilizarea unui strat intermediar de Cu și prin presare uniaxială, iar protecția cavității bucale a fost asigurată prin acoperirea zonelor feromagnetice cu Au sau TiN.

Executarea implantului prin sudare prin difuzie a materialului feromagnetic moale FeCoV și a metalului biocompatibil Ti, destinat fixării prin sistem magnetic a protezelor dentare, constituie un element de noutate absolut la nivel național.

## Joncțiuni grafit-material ceramic prin sinterizare în plasmă

Pentru realizarea de joncțiuni utilizabile la temperaturi ridicate, în cadrul ICPE-CA au fost dezvoltate joncțiuni din sistemul nemetal-material compozit ceramic, cu și fără strat intermediar, de exemplu: C/SiC; C/(SiC + B<sub>4</sub>C)/SiC; C/AlN; C/(C+AlN+Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)/AlN (Fig. 3), cu aplicații în industria electronică și electrotehnică (de exemplu, pentru schimbătoare de căldură și contactoare în vid), industria mecanică. Realizarea joncțiunilor grafit-material ceramic (SiC, AlN) destinate aplicațiilor la temperaturi ridicate (1300°C), prin tehnologia rapidă de sinterizare în plasmă, reprezintă o abordare inovativă unică în România.

Deși grafitul se utilizează în diferite aplicații care necesită temperaturi ridicate și condiții agresive de lucru datorită proprietăților lui remarcabile (punct înalt de topire, densitate mică, auto-lubrifiere, rezistență înaltă la coroziune, coeficient scăzut de dilatare termică, conductivitate termică mare și rezistență excelentă la șoc), totuși, la 20°C grafitul are o rezisten-



ță mecanică mai scăzută decât a materialelor ceramice sau metalice și o rezistență scăzută la oxidare la temperaturi ridicate. Pentru a depăși aceste inconveniente și pentru a lărgi domeniul de aplicații, în ultima vreme se fac eforturi pentru utilizarea carburilor, nitruților sau borurilor ceramice care cresc atât rezistența mecanică a grafitului, cât și rezistența lui la oxidare.

În cercetările efectuate în ICPE-CA, pentru îmbinarea grafitului s-au folosit materiale ceramice pe bază de SiC și AlN, având în vedere că SiC prezintă excelente proprietăți mecanice, atât la temperatura camerei cât și la temperaturi ridicate, conductivitate termică ridicată și rezistență termică la șoc, iar AlN este unul dintre cele mai stabile materiale ceramice cu rezistență mecanică ridicată și proprietăți excelente privind conductivitatea termică și rezistivitatea electrică. În plus, aceste materiale ceramice au valori apropiate ale coeficientului de dilatare termică cu cea a grafitului utilizat, ceea ce previne apariția tensiunilor reziduale și formarea fazelor intermetalice fragile, la interfață.

Realizarea acestor joncțiuni s-a efectuat prin utilizarea unei tehnologii rapide, tehnologia de sinterizare în plasmă, care asigură o sinterizare eficientă a materialelor prin acțiunea simultană a mai multor factori: descărcare de scânteie, efect Joule, difuzie și deformare plastică.

Temperatura ridicată de sinterizare (1900°C) și adăția de B<sub>4</sub>C (<5 gr.%) în stutul intermediar al joncțiunii C/(SiC+B<sub>4</sub>C)/SiC contribuie la creșterea procesului de densificare, ca urmare a intensificării difuzivității atomice la interfa-

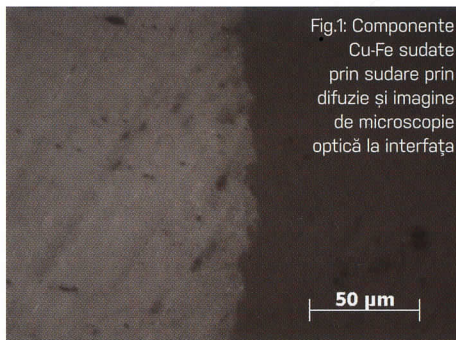


Fig.1: Componente Cu-Fe sudate prin sudare prin difuzie și imagine de microscopie optică la interfața

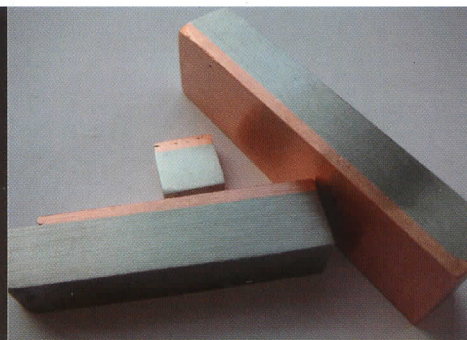
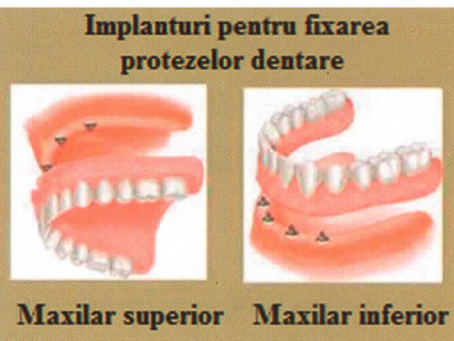
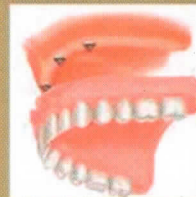


Fig. 2. Implant din Ti cu bază feromagnetică obținut prin sudare prin difuzie, cu aplicații în stomatologie, pentru fixarea protezelor dentare detașabile



Implanturi pentru fixarea protezelor dentare



Maxilar superior

Maxilar inferior

ță, și la creșterea proprietăților mecanice.

În cazul joncțiunilor AlN/C fără strat intermediar, formarea interfețelor continue și lipsite de defecte se datorează penetrării fazei lichide din sistemul Al-Y-O și solidificării acesteia la răcire în porii existenți în grafit. Pentru joncțiunile cu peliculă de AlN+Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+C (Fig.3), ca strat intermediar, mecanismul îmbinării este dat atât de sudarea directă a grăunților de AlN, cât și de înglobarea fizică a fazei topite din sistemul Al-Y-O în porii deschiși ai grafitului, în timpul procesului de sinterizare sub presiune în plasmă.

Prin urmare, prin controlul și corelarea optimă a parametrilor de proces, cunoașterea proprietăților materialelor de îmbi-

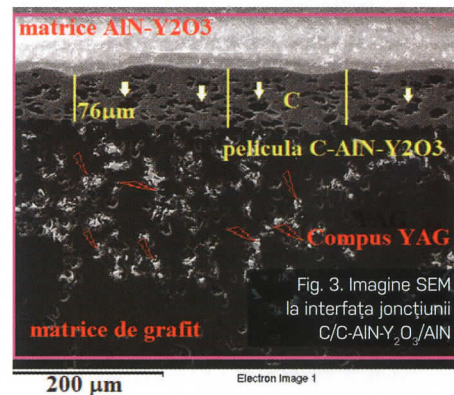


Fig. 3. Imagine SEM la interfața joncțiunii C/C-AlN-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/AlN

nare și a configurației îmbinării acestora, din diferite combinații de materiale, se pot obține joncțiuni fiabile, cu rezistență ridicată, lipsite de tensiuni interne sau cu tensiuni reziduale minime și constante.

## Tehnica specială a sudării prin difuzie

Dezvoltarea susținută de noi materiale, cu caracteristici specifice, reclamă cerințe tot mai mari în ceea ce privește tehnologiile de fabricație și, prin urmare, a procedurilor de sudare și îmbinare. Tehnicile de sudare și îmbinare implică, pe de o parte, diferite variante de procesare (fixare, îmbinare adezivă, lipire, brazare, sudare cu arc, sudare prin difuzie, sudare prin rezistență etc.) iar, pe de altă parte, o multitudine de discipline care concură la obținerea unei îmbinări sigure (mecanică, știința materialelor, fizică, chimie, electronică etc).

Având în vedere că joncțiunile reprezentate veriga slabă dintr-un ansamblu și, de obicei, sunt localizate în punctele cele mai solicitate la tensiuni, o atenție deosebită trebuie acordată în selectarea unui proces de îmbinare adecvat, care să conducă la economicitate în procesul de fabricație și la realizarea unor produse sigure, rezistente în exploatare.

Sudarea prin difuzie reprezintă o tehnică specială de îmbinare prin care două materiale, similare sau disimilare, pot fi sudate prin difuzie în fază solidă. Această tehnică pre-

zintă o importanță decisivă atunci când nu pot fi folosite alte proceduri competitive de îmbinare, din motive tehnologice sau datorită caracteristicilor de material.

În prezent, există o preocupare intensă legată de utilizarea acestei tehnici pentru îmbinarea metalelor, sticlelor, materialelor compozite, ceramice, silicioase sau carbonice, în ciuda caracteristicilor diferite ale acestora, această tehnică oferind soluții în industria aeronautică și aerospațială, stomatologie, ingineria electrică, tehnologia energiei nucleare, industria optică și în tehnologia microsistemelor.