

ROMANIAOFICIUL DE STAT
PENTRU
INVENȚII ȘI MĂRCI**BREVET DE INVENȚIE ⁽¹⁹⁾ RO ⁽¹¹⁾ 105231**
(12) DESCRIEREA INVENȚIEI(21) Cerere de brevet nr.: **142374**(22) Data înregistrării : **09.11.89**(61) Complementară la invenția
brevet nr. :(45) Data publicării : **21.11.94**(51) Int. Cl. ⁴: **C 04 B 35/71;**
C 22 C 29/00(86) Cerere internațională(PCT)
nr.: data:(87) Publicarea cererii internaționale
nr.: data:

(89)

(30) Prioritate :

(32) Data : **10.11.88**(33) Țara : **SUA**(31) Certificat nr. **269307**(71) Solicitant; (73) Titular: **Lanxide Technology Company LP Newark, Delaware, SUA**(72) Inventator: **Eugene Sangmoo Park, Michael Kevork Aghajanian,**
Chistopher Robin Kennedy, SUA**(54)Procedeu de îmbinare a două sau mai multor corpuri ceramice**
cu structură compozită sau nu**(57) Rezumat**

Procedeul de îmbinare a corpurilor ceramice cu structură compozită sau nu, conform invenției prevede introducerea între suprafețele corpurilor care urmează a se îmbina, un material ceramic permeabil, eventual prefasonat corespunzător, care se contactează cu o matrice metalică constituită din aliaje uzuale de aluminiu, eventual cu conținut de Si, Fe, Cu, Mn, Cr, Zn, Ca, Mg, Sr și se asigură infiltrarea matricei metalice topite în masa de umplutură, prin încălzirea corespunzătoare a an-

samblului în atmosfera de azot sau oxigen pentru obținerea unui compozit cu matrice metalică între cele două corpuri, care asigură îmbinarea acestora, solubilizând cel puțin o porțiune a unuia din corpuri care urmează a se uni sau fiind absorbit sau adsorbit în cel puțin o porțiune a celuilalt corp, și care compozit trebuie să fie astfel dimensionat, încât să aibă un coeficient de dilatare termică, egal cu media coeficienților de dilatare termică a celor două corpuri care urmează a se îmbina.

Invenția de față se referă la un procedeu de îmbinare a două sau mai multor corpuri cu structură compozită sau nu, folosind în acest scop tehnica formării compozitelor cu matrice metalică prin infiltrare spontană.

Este cunoscut un procedeu de îmbinare a corpurilor ceramice dealungul unor suprafețe congruente (Brevet RO nr.99721/prioritate SUA nr.907930/86) aducând în contact ansamblul de corpuri ceramice ce cuprinde un prim corp ceramic, eventual compozit și un alt corp ceramic prestabilit și încălzirea ansamblului în atmosferă oxidantă, pentru a induce transportul de metal rezidual în primul corp spre suprafețele de îmbinare în vederea realizării respectivei îmbinări.

Conform unui alt procedeu cunoscut de îmbinare a corpurilor ceramice de-a lungul unor suprafețe congruente (Brevet RO nr.101209/prioritatea SUA nr.053215/87), se plasează cele două corpuri în poziții prestabilite pentru aducerea suprafețelor menționate în poziții adiacente, eventual înclinate, urmată de orientarea unui corp de metal precursor ales între Ti, Si, Zr, Hf, Sn și de preferință Al, spre zona de îmbinare și de încălzire a respectivului ansamblu în prezența unui oxidant, pentru topirea metalului precursor și dezvoltarea produsului reacției de oxidare a metalului precursor, un timp suficient pentru formarea unei punți de legătură și realizarea îmbinării.

Aceste procedee sunt limitate însă la aplicarea tehnicii realizării structurilor ceramice prin creșterea produsului reacției de oxidare a metalului precursor în poziție prestabilă pentru realizarea îmbinării suprafețelor congruente menționate.

După cum se știe, produsele compozite cuprinzând o matrice metalică și o fază rezistentă de întărire cum sunt particulele ceramice, fibrele, sau altele, deschid mari perspective pentru diverse aplicații,

deoarece ele cumulează rigiditatea și rezistența la uzură a fazei de întărire cu ductilitatea și rezistența metalului. În general, un compus cu matrice metalică prezintă o serie de caracteristici îmbunătățite cum sunt rezistența, duritatea, rezistența la uzura de contact, capacitatea de reținere a căldurii ș.a., în raport cu structurile metalice ca atare, dar gradul în care o anumită proprietate poate fi îmbunătățită depinde în mare măsură de constituenții specifici, de volumul și de greutatea fiecărei fracțiuni și de condițiile de desfășurare a procesului de obținere. Uneori compozitul însăși poate să fie mai ușor decât structura metalică în sine. Compozitele cu structură aluminică întărite cu materiale ceramice cum este SiO_2 , sub formă de folii sau fibre prezintă interes datorită durității mai mari, rezistenței la uzură și puterii calorice ridicate a aluminiului.

Se cunosc procedeele de obținere a compozitelor cu matrice de aluminiu inclusiv cele bazate pe tehnologia pulberilor sau pe cele bazate pe tehnica infiltrării metalului lichid prin turnarea sub presiune, turnarea sub vid, agitarea constituenților și folosirea agenților de umezire.

În cadrul metalurgiei pulberilor, metalul sub formă de pulbere și materialul întărit sub formă de pulbere, filamente, fragmente de fibre etc, se supun amestecării, presării la rece sau cald și sintetizării. Frațiunea maximă de volum ceramic în compozitul pe bază de aluminiu întărit cu bioxid de siliciu, realizat în aceste condiții a fost de aproximativ 25% în volume în cazul filamentelor și de circa 40% în volume în cazul microparticulelor. Producerea compozitelor prin tehnica metalurgiei pulberilor utilizând procedee convenționale impune anumite limite în funcție de caracteristicile produselor ce se pot obține. Frațiunea în volum a fazei ceramice din compozit este limitată tipic în cazul macroparticulelor la aproximativ 40% în volume. De asemenea

operația de presare constituie o limitare a mării produselor care se pot realiza în aceste condiții. La fel numai produsele cu forme relativ simple sunt realizabile în condițiile precizate fără prelucrări mecanice sau alte finisări ulterioare. În timpul procesului de sintetizare poate să survină o contactare neuniformă a microstructurii datorită segregării distincte a formelor dense de cele granulare.

În Brevetul SUA nr.3970136, este descris un procedeu de obținere a unor compozite cu matrice metalică ce includ armături fibroase, spre exemplu, carburi de siliciu sau alumină sub formă de filamente, având o structură predeterminată de orientare a fibrelor. Compozitul este realizat prin plasarea unui covor de fibre paralele coplanare într-o matriță și plasarea unui rezervor de metal topit, spre exemplu, aluminiu, între o parte din fibre și aplicând o presiune pentru a forța metalul topit să pătrundă în covorul de fibre și în jurul acestuia. Metalul topit poate fi turnat în fasciculul de fibre, chiar în timp ce este aplicată presiunea asupra metalului pentru a pătrunde în masa de fibre. Armătura de fibre din compozit a fost de circa 50% în volum, raportat la volumul compozitului. Datorită dependenței procedurii de infiltrare descris de aplicare a presiunii externe pentru a forța pătrunderea metalului topit în fasciculul de fibre, acesta este afectat de variațiile presiunii induse în procesele de curgere cauzate de neuniformitățile matriței, a porozităților etc. Apariția neuniformităților în proprietățile produselor ce se obțin, este posibilă chiar dacă metalul topit poate fi introdus prin mai multe poziții în fasciculul fibros. În consecință, pentru a se obține o infiltrare adecvată a fasciculului de fibre este necesară o matriță complicată de fibre și material de umplutură. De asemenea, tehnica de infiltrare descrisă se poate aplica numai pen-

tru o limită de întărire a fracțiunii de bază relativ coborâtă, datorită dificultăților inerente de infiltrare în toată masa de fibre sub formă de fascicul. În plus, formele trebuie să conțină metal topit sub presiune, ceea ce contribuie la scumpirea tehnologiei. În final trebuie precizat, că procedeul descris este limitat la infiltrarea unui aranjament de particule sau fibre, nu conduce la formarea de compozite pe bază de aluminiu armate cu materiale sub formă de particule, filamente ax sau fibre orientate întâmplător.

În tehnologia de fabricație a compozitelor cuprinzând o matrice de aluminiu și adaos de alumină, este foarte importantă și dificil de realizat umectarea aluminei de către aluminiul topit și de aici greutăți mari în realizarea unui produs coerent. Pentru rezolvarea acestei probleme au fost propuse nenumărate soluții. O asemenea soluție este acoperirea aluminei cu un metal (nichel sau wolfram) după care ansamblul este presat la cald împreună cu aluminiu. De asemenea aluminiului poate fi aliat cu litu, iar alumina acoperită cu silice. Compozitele rezultate prezintă însă modificări ale proprietăților, sau acoperirile menționate pot să degradeze materialul de umplutură sau matricea cu conținut de litu afectându-i proprietățile.

În Brevetul SUA nr.4232091 este descris un procedeu de obținere a compozitelor aluminiu-alumină, care prevede aplicarea unei presiuni de 75-375 kg/cm², pentru a forța aluminiul topit (sau aliaj de aluminiu topit) să pătrundă într-un aranjament filamentos sau fibros de alumină, încălzit în prealabil la 700 - 1050°C. Proporția maximă de volum de alumină față de metal în solidul rezultat a fost de 0,25:1. Datorită dependenței de o forță aplicată din afară pentru realizarea acestui procedeu de infiltrare, el prezintă aproximativ aceleași dezavantaje ca și soluția ce face obiectul Brevetului SUA nr.3970136 prezentat mai sus.

În brevetul European nr. 115742 este

descrie realizarea compozitelor alumină-aluminiu, și mai ales, a celor utilizate ca componente ale celulelor electrolitice, prin umplerea spațiilor goale ale matriței semifabricatului de alumină cu aluminiu topit. Se scoate în evidență nemiscibilitatea aluminei în aluminiu și de aceea s-au folosit diferite soluții pentru umezirea aluminei conținute în semifabricat. De exemplu, alumina a fost acoperită cu un agent tensioactiv cum sunt: diborura de titan, zirconiu, hafniu, niobiu, sau cu un metal cum ar fi: Li, Mg, Ca, Ti, Cr, Fe, Co, Ni, Zr, sau Hf. Pentru a ușura umezirea s-a folosit o atmosferă inertă cum este argonul. Se arată, de asemenea, că aplicarea presiunii determină penetrarea aluminiului într-o matriță neacoperită. În acest caz infiltrarea se realizează prin evacuarea porilor și apoi prin aplicarea presiunii asupra aluminiului topit într-o atmosferă inertă, de exemplu, de argon. Alternativ, semifabricatul poate fi infiltrat prin depunerea aluminiului în fază de vapori pentru a umezi suprafața înainte de a umple golurile prin infiltrare cu aluminiu topit. Pentru a asigura reținerea aluminiului în porii semifabricatului este necesar un tratament termic, de exemplu, la 1400 - 1800°C, fie în vacuum, fie în argon. De altfel, atât la expunerea la gaz a materialului infiltrat prin aplicarea presiunii exterioare, cât și îndepărtarea presiunii de infiltrare va produce pierderi de aluminiu din produsul realizat.

Folosirea agenților tensioactivi/de umezire pentru realizarea infiltrării unei pile electrice de alumină cu metal topit este prezentată în Brevetul European nr.94333 în care se descrie producerea aluminiului prin electroliză folosindu-se o celulă având un circuit de alimentare cu curent catodic ca la liniile de celule cu substrat. Pentru a proteja acest substrat de acțiunea criolitului topit. Pentru a realiza această protecție, pe stratul de alumină se

aplică un strat de protecție format dintr-un amestec de agenți umezitori și de agenți de prevenire a solubilității în metalul topit, înainte de a porni celula sau în timpul imersiei în aluminiul topit produs prin procesul electrolitic. Agenții de umezire/tensioactivi menționați sunt: Ti, Zr, Hf, Si, Mg, V, Cr, Nb, Ca. Compușii de bor, carbon și azot sunt descriși ca agenți utili în diminuarea solubilității agenților umezitori în aluminiul topit. În acest brevet nu se face mențiunea nici la formarea compozitelor cu matrice metalică și nici la realizarea lor în atmosfera de azot.

Pe lângă aplicarea presiunii și a utilizării agenților tensioactivi este cunoscută, de asemenea, folosirea vacuumului pentru înlesnirea penetrării aluminiului topit în masa ceramică poroasă. De exemplu, în Brevetul SUA nr.3718441 este descrisă infiltrarea unei mase ceramice (carbură de bor, oxid de beriliu sau alumină) cu Al, Be, Mg, Ti, V, Ni, Cr, sub un vid mai puțin de 10^{-6} torr. Un vacuum de 10^{-2} la 10^{-6} torr este stabilit datorită slabei umeziri a ceramicului de metalul topit și ca urmare metalul topit nu curge liber în spațiile libere ale materialului ceramic. Totuși această umezire a fost îmbunătățită când vacuumul a fost redus la mai puțin de 10^{-6} torr.

În Brevetul SUA nr.3864154 este prezentată, de asemenea, utilizarea vacuumului pentru realizarea infiltrării. În acest brevet se descrie presarea la rece a compactului de pulbere de AlB_{12} pe un pat de pulbere de aluminiu, după care deasupra compactului se plasează un strat suplimentar de pulbere de aluminiu. Creuzetul încărcat cu AlB_{12} intercalată între cele două straturi de pulbere de aluminiu a fost introdus într-un cuptor care a fost vidat la 10^{-5} torr pentru a permite degazarea, după care temperatura a fost ridicată la 1100°C și aluminiul topit s-a infiltrat în compactul poros de AlB_{12} .

În Brevetul SUA nr.3364976 este descris un concept pentru autogenerarea vacuumu-

lui în corpul materialului pentru intensificarea penetrării metalului topit în corp. Astfel se arată că respectivul corp din grafit, oțel sau material refractar poros se imersează integral într-o baie de metal topit. Respectivul corp/matrița, când este prevăzut cu o cavitate în care este introdus un gaz reactiv cu metalul, comunică cu exteriorul cu respectivul metal, printr-un orificiu practicat corespunzător în matriță. Când forma/matrița este imersată în topitură, umplerea cavității se produce printr-un efect autogenerator de vâcuum și se datorește reacției între gazul din cavitate și metalul topit. În particular vâcuumul este produs ca urmare a realizării unei forme de metal oxidat în stare solidă. Ca urmare în acest brevet se arată că este esențială introducerea unei reacții între gazul cavitate și metalul topit. Totuși utilizarea unei forme pentru crearea vâcuumului nu este de dorit datorită limitărilor inerente cauzate de această formă. După cum se știe respectiva formă trebuie prelucrată pentru a avea configurația prestabilită, și apoi finisată pentru a se obține suprafața corespunzătoare de turnare, ansamblată în vederea utilizării și respectiv demontată pentru extragerea piesei mulate; în continuare urmează îndreptarea/recondiționarea formei care în cele mai multe cazuri include o nouă finisare a suprafețelor în vederea reutilizării, sau în cazul când forma nu mai corespunde funcțional. Prelucrarea formei la configurația dorită poate să fie foarte costisitoare și să necesite timpi îndelungați. În plus extragerea piesei realizate dintr-o formă complexă poate, de asemenea, să fie dificilă (de exemplu, piesa fasonată având o formă complexă ar putea să fie deteriorată la extragerea sa). În plus în timp ce se sugerează ca materialul refractar poros să fie imersat în metalul topit fără să fie necesar să se recurgă la o formă (de exemplu, este cu-

noscute că materialul sub formă de macroparticule se destramă sau plutește separat când este plasat în metal lichid). Dacă se urmărește infiltrarea materialului sub formă de macroparticule sau a unui semifabricat liber, ar trebui luate unele precauțiuni ca metalul topit să nu disperseze nici o porțiune a macroparticulelor sau a semifabricatului care să conducă la o structură neomogenă. Ca urmare a apărut necesitatea găsirii unui procedeu care să asigure obținerea compozitelor cu matrice metalică fasonate care să nu recurgă la folosirea aplicării presiunii sau a vâcuumului (aplicată din exterior sau creată în interiorul sistemului) sau a agenților de umectare/tensioactivi pentru obținerea matricei metalice care să includă un alt material, de exemplu, materiale ceramice. De asemenea, s-a ridicat problema reducerii volumului operațiilor finale de prelucrare necesare producerii compozitelor cu matrice metalică.

În acest context în Brevetul RO nr. 101345/prioritate SUA nr.049171/87 este descrisă obținerea compozitelor cu matrice metalică prin infiltrarea unui material de umplură permeabil (de exemplu, un material ceramic sau un material cu acoperire ceramică) cu aluminiu în stare topită, având un conținut de cel puțin 1% și de preferință 3% în greutate magneziu. Infiltrarea se produce spontan fără aplicarea unei presiuni externe sau vid. O cantitate de aliaj de aluminiu topit este adus în contact cu masa de material de umplură la cel puțin 675°C în prezența unui gaz cu conținut de 10 la 100%, și de preferință cel puțin 50% azot în volume și în rest un gaz neoxidant, de exemplu, argon. În aceste condiții aliajul de aluminiu topit infiltrează spontan masa ceramică de umplură la presiunea atmosferică normală, rezultând un compozit cu matrice din aluminiu sau aliaj de aluminiu. După ce volumul prestabilit de material de umplură a fost infiltrat de aluminiul topit, temperatura este

coborâtă pentru solidificarea aliajului de aluminiu, rezultând o structură solidă cu matrice metalică (de aluminiu) ce saturează materialul de umplutură. De regulă cantitatea de aliaj de aluminiu topit este suficientă pentru a permite infiltrarea completă a materialului de umplutură. Ponderea materialului de umplutură în compozitul cu matrice de aluminiu poate fi în exces. În volume materialul de umplutură raportat la aliaj, poate fi mai mare de 1:1. În conformitate cu procedeul descris, nitrura de aluminiu poate să formeze o fază discontinuă dispersată în matricea de aluminiu. Ponderea nitrurii de aluminiu în matricea de aluminiu poate să varieze în funcție de o serie de factori cum sunt: temperatura procesului, compoziția aliajului, compoziția atmosferei de infiltrare și natura materialului de umplutură. Ca urmare, prin controlul unuia sau mai multor din acești factori în sistem este posibilă influențarea anumitor proprietăți ale compozitului. Pentru anumite utilizări însă este de dorit ca materialul compozit să nu conțină nitrură de aluminiu. S-a constatat că temperatura mai ridicată de proces favorizează infiltrarea dar favorizează totodată formarea nitrurii de aluminiu. Ca urmare există posibilitatea stabilirii unui echilibru între cinetica infiltrării și formarea nitrurii de aluminiu.

Conform unui procedeu perfecționat de infiltrare spontană a aluminiului în masa de umplutură permeabilă pentru obținerea compozitelor cu matrice metalică (Brevetul RO nr.102630/prioritate SUA nr.141642/88) este prevăzută introducerea în sistem a mijloacelor de barieră. Astfel un mijloc de barieră (macroparticule de diborură de titan sau grafit sub formă de bandă flexibilă marca Grafoil) este dispus pe o suprafață limită a materialului de umplutură și ca urmare matricea de aluminiu se va infiltra până la suprafața limită definită de mijlocul de ba-

rieră menționat. Respectivetele mijloace de barieră sunt utilizate pentru a inhiba, a preveni, sau a termina infiltrarea aliajului topit la suprafața delimitată de mijlocul de barieră respectiv. Ca urmare corpul compozit cu matrice metalică ce se obține are o formă exterioară care corespunde formei interioare a mijloacelor de barieră.

Procedeul ce face obiectul Brevetului RO nr.101345, descris mai sus a fost perfecționat în sensul că pe lângă prima sursă de metal de infiltrare a fost prevăzut un rezervor de aliaj/metal pentru matrice, care comunică cu prima sursă de metal curgând liber prin gravitație și având posibilitatea să reumple prima sursă pe măsura consumării acesteia. Prima sursă de metal topit în condițiile de proces începe să infiltreze masa de material de umplutură la presiune atmosferică normală, și se începe formarea compozitului cu matrice metalică. Prima sursă de matrice - aliajul de aluminiu - este consumată în timpul infiltrării sale în masa de umplutură și, dacă se dorește, poate fi alimentată din rezervor, de preferință cu mijloace continui, o cantitate suplimentară de metal al matricei în stare topită, pentru continuarea infiltrării. După infiltrarea volumului stabilit de material de umplutură, temperatura este micșorată pentru solidificarea aliajului, formându-se o structură solidă cu matrice metalică ce saturează materialul de umplutură. Rezervorul de metal poate să conțină o cantitate suficientă de metal al matricei pentru infiltrarea masei de material de umplutură într-o proporție predeterminată. Ca o alternativă, niște mijloace opționale de barieră pot contacta masa permeabilă de material de umplutură definind o suprafață limită de infiltrare. În timpul alimentării metalului matricei, această cantitate prezentă în rezervor poate să depășească volumul necesar pentru realizarea infiltrării și ca urmare în rezervor rămâne aliaj metalic topit în exces, care după solidificare rămâ-

ne atașat de corpul compozit cu matrice metalică ce se formează. Astfel când aliajul topit din rezervor este în exces, corpul compozit va fi un corp complex compozit (un macrocompozit) în care corpul ceramic infiltrat având o matrice metalică infiltrată spontan, este direct legat de excesul de metal rămas în rezervor. Toate aceste procedee sunt limitate însă la obținerea compozitelor cu matrice metalică cu anumite caracteristici, și nu au fost extinse și la tehnica îmbinării corpurilor cu structură compozită sau nu.

Scopul invenției de față este de obținere a unor îmbinări calitativ superioare și uniforme.

Problema pe care o rezolvă invenția de față este de extinderea mijloacelor care se pot introduce între suprafețele corpurilor ce urmează a se îmbina, pentru realizarea scopului propus.

Procedeeul, conform invenției, prevede introducerea între suprafețele corpurilor care urmează a se îmbina, a unui material ceramic permeabil nereactiv, eventual prefasonat corespunzător, care este adus în contact cu metalul matricei, constituit din aliaje uzuale de aluminiu, care poate să conțină cel puțin unul din elementele Si, Fe, Cu, Mn, Cr, Zn, Ca, Mg, Sr, și se asigură infiltrarea metalului matricei în stare topită în masa de material ceramic permeabil, prin încălzirea corespunzătoare a ansamblului în atmosferă de azot sau oxigen, pentru obținerea unui compozit cu matrice metalică între două sau mai multe corpuri, care asigură îmbinarea lor.

Se dau mai jos două exemple de realizare a invenției, în legătură și cu fig.1 la 3 care reprezintă:

- fig.1, vedere în secțiune transversală a ansamblului necesar realizării procedeeului, conform invenției, în condițiile din exemplul 1;

- fig.2, o fotomicrografie mărită de

100 ori a secțiunii transversale a unei îmbinări realizate în condițiile din exemplul 1;

- fig.3, o fotomicrografie mărită de 100 ori a secțiunii transversale a unei îmbinări realizate în condițiile din exemplul 2.

Exemplul 1. Două corpuri compozite ceramice independente au fost produse în condițiile descrise în Brevetul RO nr. 95823/prioritate SUA nr.819397/86, de exemplu, prin creșterea unui produs al reacției de oxidare a aluminiului într-o masă de material de umplură cuprinzând alumină (respectiv, s-a format un compozit ceramic alumină/alumină). Pe fig.1, se arată în secțiune transversală ansamblul folosit pentru îmbinarea celor două compozite ceramice, utilizând un compozit cu matrice metalică ce se plasează între acestea. Suprafețele respectivelor compozite ceramice 1 ce urmează să fie îmbinate au fost curățate preliminar. Această curățire s-a realizat prin șlefuirea suprafețelor cu pâslă abrazivă umedă. O masă permeabilă de umplură 2 a fost adusă în contact cu suprafețele de îmbinare. Masa permeabilă a fost realizată prin obținerea unui amestec pătios din granule de alumină în soluție de nitrură de magneziu 20% concentrație. Pasta a fost apoi aplicată într-un strat de 0,5 mm, pe fiecare din suprafețele de îmbinare proaspăt curățate. O foiță sau tablă având grosimea de aproximativ 0,5 mm, dintr-un aliaj de aluminiu 3, cu conținut de aproximativ 10% și aproximativ 3% Mg a fost plasată deasupra stratului de pastă umedă a unuia din elementele compozite 1. Celălalt element compozit ceramic 1 acoperit cu stratul de pastă a fost plasat deasupra foiței de aluminiu 3 pentru formarea ansamblului A care urmează să fie îmbinat. Straturile de pastă ce formează masa de umplură 2 au fost uscate. S-a pregătit un creuzet refractar 4 în care s-a introdus o masă refractară 5. Ansamblul A a fost plasat pe stratul refractar 5 constituit din alumină sintetică disponibilă în comerț.

Vasul 4 și ansamblul A au fost introduse într-un cuptor cu atmosferă controlată. O sursă de azot a fost asigurată, astfel, încât, azotul a circulat prin cuptor în timpul încălzirii. Cuptorul a fost adus la o temperatură de aproximativ 900°C. Această temperatură s-a menținut timp de aproximativ o oră, timp în care aliajul de aluminiu 3 a infiltrat spontan masele permeabile 2. După infiltrarea spontană, cuptorul a fost lăsat să se răcească la temperatura ambiantă. Ansamblul A a fost extras din cuptor și s-a observat că între cele două corpuri compozite 1 s-a realizat o legătură strânsă.

După cum se poate vedea pe fig.2, care este o fotografie la microscopul optic cu mărire de 100 ori, infiltrarea spontană a aliajului de aluminiu 3 în masa permeabilă 2, asigură realizarea unei legături dense, importante, fără defect, între aliajul de aluminiu și compozitul ceramic. Astfel zona 6 corespunde compozitului ceramic inferior din fig.1. Zona 7 cuprinde un compozit cu matrice metalică format prin infiltrarea spontană a aliajului 3 în masa permeabilă 2. Zona 8 corespunde aliajului 3 restant (de exemplu, carcasa de metal al matricei care nu a fost utilizat pentru formarea compozitului cu matrice metalică). Trebuie precizat că metalul matricei 3 a infiltrat spontan fiecare din masele permeabile 2. Ca urmare un alt compozit cu matrice metalică este legat de carcasa metalului matricei 3, cât și la cel de al doilea element compozit 1 nfigurat pe fig.2. Deci, materialul rezultat al îmbinării cuprinde în ordine secvențială de la suprafață spre bază, așa cum apare pe fig.1, primul corp de îmbinat, primul compozit cu matrice metalică, al doilea compozit cu matrice metalică și cel de al doilea corp de îmbinat. În plus, dacă se dorește, proporția material de umplutură/metal al matricei poate să fie reglată, astfel încât proporția de matrice metalică

să varieze (de exemplu, carcasa de metal a matricei poate să fie complet eliminată).

Compozitele cu matrice metalică la care s-a făcut referire mai sus se realizează prin infiltrarea spontană a metalului matricei (aliajul de aluminiu) într-o masă permeabilă de umplutură prefasonată sau nu. Pentru realizarea infiltrării spontane menționate, un intensificator de infiltrare și/sau precursorul acestuia și/sau o atmosferă de infiltrare sunt în comunicație cu materialul de umplutură eventual prefasonat, în cel puțin un punct, în timpul procesului, ceea ce permite metalului matricei să infiltreze materialul de umplutură spontan. Astfel infiltrarea spontană a materialului de umplutură eventual prefasonat, care este localizat între cel puțin o porțiune a două sau mai multe elemente care urmează a se îmbina, servește la legarea sau la aderarea acestora. Dimensiunile compozitului cu matrice metalică care servește ca mijloc de unire poate să fie redusă în raport cu elementele ce urmează a fi legate, sau poate fi mai mare decât acestea. Totuși scopul esențial este ca masa de compozit cu matrice metalică să solidarizeze cel puțin două mase adiționale. În plus matricea metalică reziduală sau carcasa poate să fie, de asemenea, prezentă între elementele ce urmează să fie îmbinate. De exemplu, dacă masa de metal al matricei este interpusă între cel puțin două suprafețe ale materialului de umplutură, eventual prefasonat într-un semifabricat, și cantitatea de metal al matricei este în exces față de cea necesară pentru realizarea completă a fiecărei mase/semifabricat de umplutură, rezultatul poate să fie un strat de metal al matricei interpus între cele două mase de compozit care la rândul lor sunt fiecare unite cu cel puțin o masă adițională. O asemenea carcasa de metal al matricei poate să contribuie la reducerea presiunii dintre masele ce urmează a se uni.

Compozitul cu matrice metalică servește

ca mijloc de îmbinare optim pentru solidarizarea unei game largi de materiale. De exemplu, compozitul poate fi utilizat pentru unirea metalelor cu metale, metalelor cu ceramică și ceramică cu ceramică. Compozitul realizat în condițiile, conform invenției, are capacitatea să acționeze ca mijloc de îmbinare, întrucât există o mare varietate de materiale de umplutură și/sau aliaje de matrice care pot fi combinate pentru a se obține o legătură corespunzătoare între respectivele materiale. În plus posibilitatea includerii matricei metalice mărește suplimentar flexibilitatea. De exemplu, dacă masele care urmează a se uni, au coeficienți de dilatare termică foarte diferiți, astfel încât va fi dificilă îmbinarea lor prin mijloace tradiționale, compozitul cu matrice metalică este cel mai indicat mijloc de îmbinare. Respectivul compozit poate să fie realizat în condițiile care să asigure obținerea unui coeficient de dilatare termică având o valoare intermediară între valorile coeficienților respectivi a celor două mese care se îmbină. De asemenea, datorită prezenței, existenței, în compozit a materialului de umplutură și a matricei metalice, acesta are posibilitatea să unească ceramica (sau compuşii ceramici) cu metalele. Asemenea legături au fost dificil de realizat cu mijloace convenționale. Materialul de umplutură, respectiv semifabricatul pot fi aduse în contact sau fixate la cel puțin una din masele care urmează a se uni. De exemplu, materialul de umplutură poate fi aplicat sub formă de pastă prin pulverizare, vopsire, și/sau imersie etc., pe cel puțin o porțiune a suprafeței a cel puțin uneia din masele care urmează a se uni. O foiță sau o placă de metal al matricei poate fi poziționată pe pasta amintită. Metalul matricei este constituit din aliaje de aluminiu. Aliaje de aluminiu adecvate sunt cele care conțin 5 - 10% în greutate și sau/și Mg. Pasta de material de umplu-

tură poate fi formată prin amestecarea materialului de umplutură cu soluție apoasă conținând de exemplu nitrat de magneziu și/sau acetat de zinc. În plus materialul de umplutură poate fi fasonat sub formă de semifabricat de profil corespunzător (de exemplu, tabletă, disc sau ceva asemănător) și plasat în contact cu masele ce urmează a se uni. Astfel, atât timp cât materialul de umplutură sau semifabricatul pot fi puse în contact cu cel puțin o porțiune a suprafeței fiecărei mase care urmează a se uni există garanția obținerii unui compozit ca mijloc de unire. În scopul obținerii unei legături, matricea metalică din compozit trebuie să reacționeze chimic cu masa ce urmează a se uni și/sau cu materialul de umplutură permeabil din compozit. Apoi matricea metalică poate să dizolve masa sau masele ce urmează să fie unite și/sau poate să fie absorbită în acestea. Trebuie precizat că nu este indispensabil ca masele ce urmează a fi unite prin infiltrare spontană a matricei metalice să fie din același material.

În scopul realizării infiltrării spontane a matricei metalice - aliajului de aluminiu - în materialul/semifabricatul de umplutură este necesară introducerea intensificatorului de infiltrare în sistemul spontan. Intensificatorul de infiltrare poate fi generat de precursorul acestuia care se poate introduce: 1 în metalul matricei și/sau 2 materialul/semifabricatul de umplutură și/sau 3 (în atmosfera de infiltrare și/sau 4 poate să provină de la o sursă externă. În plus, intensificatorul de infiltrare poate fi furnizat chiar de metalul matricei și/sau de materialul/semifabricatul de umplutură și/sau de atmosfera de infiltrare. Cel mai important lucru este ca cel puțin în timpul infiltrării spontane intensificatorul de infiltrare să fie poziționat cel puțin într-o parte a materialului de umplutură sau respectiv a semifabricatului.

Într-o variantă de realizare preferată este posibil ca precursorul intensificatorului de

infiltrare chiar și parțial cu mediul de infiltrare, astfel încât intensificatorul de infiltrare să se formeze într-o porțiune a materialului de umplură sau prefabricat, înainte sau în momentul contactării acestora cu metalul topit al matricei. (De exemplu, dacă magneziul este precursorul intensificatorului de infiltrare cuprinde azot, intensificatorul de infiltrare este constituit din nitrură de magneziu, care va fi plasat cel puțin într-o porțiune a materialului de umplură sau semifabricat).

Un exemplu de sistem de infiltrare spontană - matrice metalică/precursor al intensificatorului de infiltrare/atmosferă de infiltrare este aluminiu/magneziu/azot, dar se pot folosi și alte sisteme de infiltrare spontană care conduc la rezultate similare și anume: aluminiu/calciu/azot, aluminiu/stronțiu/azot și aluminiu/zinc/oxygen. În mod particular matricea de aluminiu poate fi conținută într-un material de umplură care este situat într-un recipient refractar corespunzător care în condițiile de proces nu reacționează cu metalul matricei-aliajul de aluminiu și/sau cu materialul de umplură când aluminiul este topit. Materialul de umplură este de regulă adus în contact cu magneziul și la un moment dat cu atmosfera de infiltrare de azot înainte de contactarea aluminiului topit. Aluminiul topit va filtra în acest moment, spontan, materialul/semifabricatul de umplură. Cum s-a mai precizat de altfel în locul introducerii în sistem a precursorului intensificatorului de infiltrare, intensificatorul de infiltrare ca atare poate fi furnizat direct în materialul/semifabricatul de umplură și/sau metalul matricei și/sau atmosfera de infiltrare. Cel mai important lucru este ca cel puțin în timpul infiltrării spontane, intensificatorul de infiltrare să fie plasat cel puțin pe o porțiune a materialului/semifabricatului de umplură. În

condițiile, conform invenției, respectiv în principal în cazul sistemului spontan aluminiu/magneziu/azot, materialul/semifabricatul de umplură trebuie să fie suficient de permeabil pentru a permite atmosferei de infiltrare ce conține azot să pătrundă în materialul de umplură sau respectiv în semifabricat, la un moment prestabilit al procesului și/sau să intre în contact cu metalul topit al matricei. În plus materialul/semifabricatul de umplură poate să faciliteze infiltrarea metalului topit al matricei, prin aceasta determinând ca materialul de umplură sau, respectiv semifabricatul, deja penetrate de atmosfera de azot să fie infiltrate spontan de metalul topit al matricei, aliajul de aluminiu, pentru formarea masei de compozit cu matrice metalică sau determinând ca azotul să reacționeze cu un precursor al intensificatorului de infiltrare, pentru formarea respectivului intensificator în masa materialului/semifabricatului de umplură, conducând prin aceasta la infiltrarea spontană. Nivelul sau viteza infiltrării spontane și formării compozitului cu matrice metalică variază în funcție de o serie de condiții ale procesului cum sunt: conținutul în magneziu al aliajului de aluminiu, conținutul de magneziu al materialului de umplură, prezența unor elemente de aliere suplimentare în aliajul de aluminiu - Si, Fe, Cu, Mn, Cr, Zn, Ca, Sr, etc - granulația medie a materialului de umplură (de exemplu, diametrul particulelor) condiția de suprafață și tipul materialului/semifabricatului de umplură, concentrația în azot a atmosferei de infiltrare, timpul afectat infiltrării și temperatura la care se desfășoară procesul de infiltrare. De exemplu, pentru ca infiltrarea matricei de aluminiu să decurgă spontan, aluminiul poate fi aliat cu cel puțin 1% și de preferință cel puțin 3% în greutate magneziu, care funcționează ca precursor al intensificatorului de infiltrare. Elementele suplimentare de aliere, menționate mai sus, pot fi, dese-

menea, incluse în matrice conferindu-i anumite caracteristici specifice. Pe de altă parte, elementele suplimentare de aliere pot să influențeze cantitatea minimă de magneziu din metalul matricei necesară pentru realizarea infiltrării spontane a materialului/semifabricatului de umplutură. Pierderea de magneziu din sistemul spontan, datorită, de exemplu, volatilizării, nu trebuie să atingă un astfel de nivel încât să nu mai existe magneziu pentru formarea intensificatorului de infiltrare. Deci, se preferă folosirea unei cantități inițiale de elemente de aliere suficiente, pentru ca infiltrarea spontană să nu fie afectată defavorabil de volatilizare. În plus, prezența magneziului concomitent, atât în materialul de umplutură, cât și în metalul matricei, sau doar în materialul/semifabricatul de umplutură, poate să conducă la reducerea cantității inițiale de magneziu necesară pentru realizarea infiltrării spontane.

Proporția de azot în atmosfera de infiltrare (în procente de volum) influențează de asemenea, viteza de formare a masei de compozit cu matrice metalică. Mai precis, dacă în atmosfera de infiltrare se găsește mai puțin de aproximativ 10% în volume azot infiltrarea decurge foarte încet sau foarte puțin spontan. S-a stabilit că este de preferat ca în atmosfera de infiltrare să existe un conținut de azot în jur de cel puțin 50% în volume, acesta conducând la un timp de infiltrare mai scurt datorită creșterii vitezei de infiltrare spontană. Atmosfera de infiltrare cu conținut de azot poate fi furnizată din exterior sau poate să rezulte din descompunerea unuia sau mai multor materiale existente în sistem.

Conținutul minim de magneziu necesar metalului matricei/aliajul de aluminiu, pentru a infiltra materialul de umplutură sau semifabricatul depinde de o serie de factori de proces cum sunt: temperatura de reacție, durata procesului, prezența ele-

mentelor suplimentare de aliere siliciu sau zinc, natura materialului de umplutură, prezența magneziului într-unul sau mai multe componente ale sistemului spontan, conținutul în azot al atmosferei de infiltrare și viteza cu care acționează atmosfera de azot. Temperaturi mai coborâte sau intervale de încălzire mai reduse pot fi folosite pentru realizarea infiltrării complete în cazul în care cantitatea de magneziu din aliaj și/sau din materialul de umplutură sau semifabricat este mai ridicată. Deci pentru o anumită cantitate de magneziu, adăugarea anumitor elemente auxiliare de aliere cum este zincul, permite folosirea temperaturilor de proces mai reduse, de exemplu, un conținut de magneziu a metalului matricei la limita inferioară, de exemplu, 1 la 3% în greutate, poate fi folosită în combinație cu cel puțin unul din următorii factori: temperatura de reacție superioară celei minime, o concentrație mărită de azot, existența unuia sau mai multor elemente de aliere auxiliare în compoziția aliajului de aluminiu. Când materialul/semifabricatul de umplutură nu conține magneziu, sunt preferate aliajele de aluminiu cu conținut de aproximativ 3 la 5% Mg în greutate, datorită posibilității folosirii lor într-o gamă largă de condiții de proces, minim 5% fiind preferat atunci când se folosesc temperaturi mai coborâte și un timp mai scurt. Un conținut de magneziu în aliaj ce depășește 10%, poate fi folosit pentru a modera condițiile de temperatură necesare infiltrării spontane. Conținutul de magneziu poate fi redus atunci când aliajul de aluminiu conține și un element auxiliar de aliere, dar aceste elemente îndeplinesc funcția lor auxiliară, doar când sunt folosite concomitent cu cantitatea minimă de magneziu specificată anterior. De exemplu, infiltrarea nu s-a produs când aluminiul pur a fost aliat doar cu 10% și la 1000°C, într-un strat de carbură de siliciu 99% puritate cu granulaj de trecere prin sita cu 77,5 ochiuri/

/cm².

În prezența magneziului însă, siliciul a accelerat procesul infiltrării. De asemenea, cantitatea de magneziu variază în funcție de faptul dacă este furnizat doar materialului/semifabricatului de umplutură. S-a constatat că infiltrarea spontană se produce cu un procent mai mic de magneziu furnizat sistemului spontan, atunci când cel puțin o parte din cantitatea totală de magneziu este plasată în materialul de umplutură sau, respectiv în semifabricat. Ar fi de dorit ca o cantitate mai mică de magneziu să trebuiască a fi furnizată sistemului pentru prevenirea formării unor compuși intermetalici nedoriți în masa compozitului cu matrice metalică. În cazul unui semifabricat din carbură de siliciu, când acesta este contactat cu aluminiul topit, respectivul semifabricat conținând circa 1% Mg în greutate, în prezența unei atmosfere de azot pur se produce infiltrarea spontană. În cazul unui semifabricat de alumina, cantitatea necesară de magneziu pentru realizarea unei infiltrări spontane acceptabile este ușor mai ridicată, în aceleași condiții de temperatură și de atmosferă de infiltrare ca și în cazul precedent, respectiv minimum 3% în greutate magneziu. Trebuie semnalat, de asemenea, că este posibil să se furnizeze sistemului spontan, precursorul stimulatorului de infiltrare și/sau respectivul intensificator, pe o suprafață a aliajului de aluminiu și/sau pe o suprafață a materialului/semifabricatului de umplutură și/sau în interiorul masei/semifabricatului de umplutură înainte de infiltrarea matricei metalice (deci nu este absolut necesar ca intensificatorul de infiltrare să fie aliat cu metalul matricei - aliajul de aluminiu ci doar furnizat sistemului spontan). Dacă magneziul a fost aplicat pe o suprafață a metalului matricei, este preferabil ca acea suprafață să fie cea mai apropiată sau chiar în contact cu masa

permeabilă de material de umplutură sau vice-versa.

Magneziul poate să fie preamestecat într-o porțiune a materialului/semifabricatului de umplutură. Se poate folosi o asociere între aceste posibilități, respectiv între aliere, plasarea pe suprafață, și amestecarea cu materialul de umplutură. O asemenea combinație folosind intensificatorul de infiltrare și/sau precursorul acestuia, poate să conducă la scăderea procentului absolut de magneziu necesar pentru infiltrarea aliajului de aluminiu în umplutură, la fel ca și în cazul folosirii de temperaturi mai coborâte la care se produce infiltrarea. Ca urmare, în aceste condiții, cantitatea de produse intermetalice ce se formează poate fi micșorată. Folosirea unuia sau mai multor elemente de aliere suplimentare și conținutul de azot din atmosfera de infiltrare pot, de asemenea, să influențeze nivelul nitrurii matricei metalice la o temperatură dată. De exemplu, elemente suplimentare de aliere ca zincul, sau fierul introduse în aliaj, sau plasate pe o suprafață a aliajului, pot fi utilizate pentru reducerea temperaturii de proces și prin aceasta pentru reducerea cantității de nitruri ce se formează, pe când creșterea concentrației de azot în atmosfera de infiltrare poate fi folosită pentru accelerarea nitrurii. Concentrația magneziului în aliaj și/sau plasarea magneziului în materialul/semifabricatul de umplutură și/sau plasarea magneziului pe o suprafață a aliajului, tinde, de asemenea, să afecteze nivelul infiltrării la o temperatură dată. În consecință în situațiile în care cantități reduse de magneziu sau nici o cantitate de magneziu, este în contact direct cu materialul/semifabricatul de umplutură, este de preferat ca cel puțin 3% magneziu să fie incluse în aliaj. Aliaje cu conținut mai mic de magneziu respectiv aliajele de aluminiu cu conținut de 1% magneziu, necesită pentru infiltrare spontană temperaturi de proces mai ridicate sau prezența unui element suplimentar de ali-

ere. Temperatura necesară pentru realizarea procesului de infiltrare spontană, în condițiile, conform prezentei invenții, poate fi coborâtă: 1 când conținutul de magneziu al aliajului este majorat, de exemplu, până la aproximativ 5% și/sau 2 când constituenții de aliere sunt amestecați cu materialul de umplutură și/sau 3 când un alt element de aliere cum este zincul sau fierul intră în compoziția aliajului de aluminiu. Temperatura poate să varieze în funcție de natura materialului de umplutură. În general infiltrarea spontană și progresivă survine la o temperatură de proces de cel puțin 675°C, de preferat, la o temperatură de proces în jur de 750 - 800°C. Temperaturile care depășesc 1200°C nu contribuie la îmbunătățirea procesului de infiltrare spontană, deci domeniul util de temperaturi este cuprins între 675 și 1200°C. Ca regulă generală temperatura de infiltrare spontană trebuie să fie deasupra temperaturii de topire a metalului matricei-aliajul de aluminiu - dar sub punctul de volatilizare a acestuia și sub punctul de topire a materialului de umplutură. În plus dacă temperatura de proces este ridicată, tendința de formare a produselor de reacție între metalul topit al matricei și atmosfera de infiltrare crește (de exemplu, formarea nitrurii de aluminiu). Un astfel de produs în structura finală poate fi de dorit, sau nu, aceasta în funcție de domeniul de utilizare a compozitului ce se obține. Pentru atingerea domeniului de temperaturi preconizat încălzirea cu rezistență electrică este cea mai indicată. Se pot utiliza totodată și alte mijloace de încălzire care pot facilita metalul matricei să se topească fără să afecteze negativ procesul de infiltrare spontană. Alimentarea în sistem a atmosferei de infiltrare se face în flux continuu pentru menținerea contactului cu unul din elementele: material/semifabricat de umplutură și/sau metalul matricei - aliajul de

aluminiu topit. Deci, viteza de alimentare a atmosferei de azot nu este critică, este de preferat însă ca ea să fie suficientă pentru a compensa orice pierdere de azot din atmosferă datorită formării nitrurii de aluminiu și pentru a preveni orice incursiune de aer în sistemul de infiltrare spontană, care poate să aibă un efect oxidant asupra metalului matricei în stare topită.

5 Pentru formarea compozitului cu matrice metalică se poate aplica o gamă largă de materiale de umplutură, iar alegerea acestora va depinde de o serie de factori cum este, natura metalului matricei/aliajului de aluminiu, condițiile de proces, reactivitatea metalului topit al matricei cu materialul de umplutură, capacitatea materialului de umplutură de a fi în concordanță cu metalul matricei și proprietățile cerute produsului compozit final care urmează să se obțină. În cadrul invenției, când matricea metalică este aluminiu, materialele de umplutură cuprind: (a) oxizi - spre exemplu, alumina, (b) carburi - carbura de siliciu, (c) boruri - dodecaborură de aluminiu, (d) - nitruri - nitrura de aluminiu. Dacă există tendința ca materialul de umplutură să reacționeze cu aluminiul topit, aceasta poate fi reglată prin micșorarea timpului de proces și a temperaturii de infiltrare sau prin prevederea unor acoperiri nereactive pe materialul de umplutură. Materialul de umplutură poate să cuprindă un substrat, cum ar fi, carbonul sau un alt material neceramic și o acoperire ceramică pentru a proteja substratul de coroziune sau dăzagare. Materialul de acoperire cuprinde oxizi, boruri și nitruri. Materialul ceramic preferat ca material de umplutură în cadrul procedurii, conform invenției, include carbura de siliciu și alumina sub formă de particule, filamente și fibre. Fibrele pot fi discontinue sau sub formă de filamente continue, cum este cablul multifilamentar. De asemenea, materialele de umplutură pot fi omogene sau heterogene. S-a constatat,

de asemenea, că anumite materiale de umplură prezintă o stimulare a infiltrării față de alte materiale de umplură având o compoziție chimică similară. De exemplu, corpuri de alumină măcinate realizate în condițiile descrise în Brevetul SUA nr.4713360. În acest brevet este descrisă producerea corpurilor ceramice autoportante sub forma unui produs al reacției de oxidare a metalului precursor topit cu oxidantul în fază de vapori. Metalul topit migrează prin produsul reacției format, pentru a reacționa cu oxidantul, prin aceasta dezvoltându-se în continuare un corp ceramic policristalin care poate să includă eventual un component metalic interconectat. Procesul poate fi intensificat sau în anumite cazuri făcut posibil, prin utilizarea unuia sau mai multor dopanți aliați cu metalul precursor. De exemplu, în cazul oxidării aluminiului în aer este de dorit alierea cu magneziu și siliciu pentru obținerea structurii ceramice *alfa* - alumina. Un proces de oxidare similar stă la baza obținerii corpurilor ceramice compozite cum este descris în Brevetul RO nr.95823/prioritate SUA nr.819397/86. Respectivale compozite autoportante ceramice, sunt dezvoltate ca produs al reacției de oxidare a unui metal precursor (Al, Ti, Si, Zr, Hf, Sn) într-o masă de material de umplură (carbură de siliciu sau alumină sub formă de macroparticule), prin aceasta infiltrând sau armând materialul de umplură cu matricea ceramică. Compozitul rezultat nu a fost însă definit ca formă sau configurație geometrică. S-a constatat că infiltrarea completă cu metalul matricei a masei permeabile ceramice sau de material compozit ceramic se poate realiza la temperaturi coborâte de proces și/sau în timpi de infiltrare reduși prin utilizarea ca umplură a materialului măcinat sau mărunțit, produs în condițiile specificate mai sus. Procedul, conform invenției, prevede po-

sibilitatea unirii unor corpuri ceramice sau compozit ceramice produse prin reacțiile de oxidare descrise mai sus. În mod particular pot fi, de asemenea, unite corpuri ceramice sau compozite ceramice cuprinzând un produs al reacției de oxidare a unui metal precursor cu un oxidant. Mărimea și forma materialului de umplură sunt condiționate de proprietățile preconizate ale compozitului. Respectivul material poate să fie sub formă de particule, filamente, plachete, sau fibre, întrucât infiltrarea nu este limitată de forma materialului de umplură. Alte forme ca: sfere, tubulare, bobite, îmbrăcăminte de fibre refractare, pot fi de asemenea, utilizate. În plus mărimea materialului nu limitează infiltrarea, deși o temperatură mai ridicată sau o durată mai mare pot fi necesare pentru o infiltrare completă a masei de particule mai mici decât în cazul infiltrării particulelor mai mari. Masa de material de umplură (prefasonată într-un semifabricat) ce urmează să fie infiltrată trebuie să fie permeabilă la matricea metalică topită sau la atmosfera de infiltrare. În condițiile, conform invenției, formarea compozitelor cu matrice metalică nefiind dependentă de presiune pentru a forța pătrunderea matricei metalice în masa/semifabricat de material de umplură, permite obținerea unor structuri uniforme cu o fracțiune ridicată de volum de material de umplură și cu porozitate joasă. Frațiunile ridicate de volum de material de umplură pot fi realizate prin utilizarea unei mase inițiale de material de umplură cu porozitatea joasă și/sau prevăzând un pachet de particule de mărimi diferite. Frațiunile de volum mare pot fi de asemenea, obținute, dacă masa de material de umplură este compactată sau densificată în alt mod, cu condiția să nu fie convertită într-o formă compactă cu celule de porozitate închisă, și nici într-o masă compactă cu celulele cu porozitate închisă care să împiedice infiltrarea aliajului topit. Pentru infiltrarea sponta-

nă a aluminiului și a aliajelor sale și formarea matricei metalice în jurul particulelor materialului de umplură, umezirea acestuia de către aluminiul topit poate constitui o parte importantă a mecanismului de infiltrare. La temperaturi de proces scăzute, nitrurarea are ca rezultat o fază discontinuă de nitrură de aluminiu, dispersată în matricea de aluminiu. Dacă este atinsă însă limita superioară a temperaturii de infiltrare, este mai probabilă nitrurarea aluminiului. Deci cantitatea de nitrură în matricea metalică a aluminiului, poate fi controlată prin varierea temperaturii de proces la care are loc infiltrarea spontană. Temperatura specifică de proces la care formarea nitrurii devine mai pronunțată variază, de asemenea, cu factori cum sunt tipul de aliaj de aluminiu folosit pentru infiltrarea și volumul său raportat la volumul materialului/semifabricatului de umplură, cât și concentrația de azot a atmosferei de infiltrare. De exemplu, nivelul formării nitrurii de aluminiu la o temperatură dată de proces este de presupus că va crește, deși capacitatea aliajului de a umezi umplutura scade și deși concentrația de azot din atmosfera de infiltrare crește. Este deci posibil de a adapta constituția matricei metalice în timpul formării compozitului, pentru a imprima anumite caracteristici produsului rezultat. Pentru un sistem dat, condițiile de proces pot fi selectate pentru a controla formarea de nitruri. Un compozit conținând o fază de nitrură de aluminiu va prezenta anumite proprietăți care pot fi favorabile sau pot îmbunătăți performanțele produsului compozit. În plus, temperatura limită pentru infiltrarea spontană a aliajului de aluminiu poate să varieze în funcție de natura materialului ceramic de umplură utilizat. În cazul aluminei ca material de umplură, temperatura de infiltrare spontană ar trebui să nu depășească circa 1000°C, dacă este de dorit

ca ductilitatea matricei să nu fie redusă, prin formarea unei cantități semnificative de nitrură. Se pot folosi temperaturi care depășesc 1000°C, dacă se urmărește producerea unui compozit cu ductilitate mai mică, o matrice dură. Pentru infiltrarea carburii de siliciu, pot fi folosite temperaturi mai ridicate de 1200°C, pornind de la o cantitate mai mică de aliaj de aluminiu supus infiltrării.

Este posibilă, de asemenea, utilizarea unui rezervor de metal al matricei, pentru a asigura infiltrarea completă a materialului de umplură și/sau pentru a introduce în sistem un al doilea metal care are o compoziție diferită de prima sursă de metal al matricei. De exemplu, dacă un aliaj de aluminiu este utilizat ca primă sursă de metal al matricei, atunci se poate presupune un alt metal sau aliaj metilic topit la temperatura de proces se poate folosi ca metal rezervor. Metalele topite sunt frecvente foarte miscibile cu fiecare din celelalte metale topite care ar rezulta din amestecul metalului rezervor cu prima sursă de metal al matricei, dacă există suficient timp ca acest amestec să se producă. Deci, prin utilizarea unui metal rezervor care este diferit ca compoziție față de prima sursă de metal al matricei, este posibil să se regleze proprietățile metalice ale compozitului.

Procedul, conform invenției, prevede, de asemenea, posibilitatea utilizării unor mijloace de barieră. După cum se știe un mijloc de barieră poate fi orice mijloc corespunzător care interferează, inhibă previne sau stopează migrarea matricei metalice (aliajul de aluminiu) dincolo de suprafața limită prestabilită a materialului de umplură. Respectivul mijloc de barieră poate fi orice material, compus, element, structură care, în condițiile de proces, conform invenției, își menține o oarecare integritate, nu este volatil, și preferabil este permeabil la atmosfera de infiltrare și care este capabil de inhibare locală, stoparea și

prevenirea continuării infiltrării peste limita suprafeței materialului de umplutură. Mijlocul de barieră corespunzător include materiale care nu sunt miscibile prin migrarea metalului matricei în condițiile de proces folosite. O barieră de acest tip nu prezintă afinitate sau prezintă o afinitate redusă pentru metalul topit al matricei și mișcarea dincolo de suprafața limită a materialului/semifabricatului de umplutură. Folosirea mijloacelor de barieră reduce necesitatea prelucrărilor sau finisărilor finale ale produselor compozite rezultate. După cum s-a precizat bariera trebuie să fie permeabilă sau poroasă sau să fie permeabilizată prin perforare pentru a permite pătrunderea atmosferei de infiltrare și contactarea aliajului de aluminiu topit. Mijloacele de barieră indicate în cazul când metalul matricei este aliajul de aluminiu, sunt cele care conțin carbon, respectiv grafitul. Grafitul prin definiție este nemiscibil cu aliajele de aluminiu topite în condițiile de proces. De preferință grafitul se utilizează sub forma unor benzi comercializate sub denumirea Grafoil (R). Această bandă prezintă caracteristici de etanșare care previn migrarea aliajului de aluminiu topit peste suprafața limită a materialului de umplutură pe care este aplicată respectiva bandă de grafit. Banda de grafit este, de asemenea, rezistentă la căldură și inertă din punct de vedere chimic. Grafitul marca Grafoil (R) este flexibil, compatibil, conformabil și elastic, putând fi realizat într-o mare varietate de forme adecvate cu oricare aplicație a barierei. Bariera de grafit poate fi aplicată și ca pastă sau chiar ca peliculă în jurul și pe marginile materialului/semifabricatului de umplutură. Forma preferată de aplicare a grafitului este însă sub formă de folie flexibilă Grafoil (R), care având forma unei coli de hârtie înconjoară pur și simplu materialul/semifabricatul de umplutură. Alte materiale de barieră

care se pot folosi în cadrul procedului, conform invenției, sunt borurile metalelor de tranziție (de exemplu, diborura de titan) care în general sunt nemiscibile cu aliajul de aluminiu topit în condiții de proces predeterminate. Cu o barieră de acest tip temperatura de proces nu trebuie să depășească 875°C, deoarece peste această limită va surveni infiltrarea aluminiului topit în materialul de barieră. Borurile metalelor de tranziție, se prezintă specific sub formă particulată (1 - 30 μ). Materialele de barieră se pot aplica sub formă de paste pe marginile masei permeabile de material de umplutură ceramic, de preferință, prefasonat. O altă categorie de materiale de barieră ce se poate utiliza în cadrul procedului, conform invenției, în care are loc infiltrarea spontană a aliajelor de aluminiu în atmosferă de azot, includ compuși organici puțin volatili, aplicați sub formă de peliculă sau strat pe suprafața externă a materialului/semifabricatului de umplutură. În timpul încălzirii în atmosfera de azot, în condițiile, conform invenției, compusul organic se descompune generând o peliculă de negru de fum. Respectivul compus organic poate fi aplicat prin metode tradiționale, vopsire, pulverizare, imersie, etc. De asemenea, materialele de umplutură fin particulate pot funcționa ca bariere atât timp, cât infiltrarea materialului particulat se produce cu o viteză mai mică decât viteza de infiltrare a restului materialului de umplutură. Deci mijloacele de barieră pot fi aplicate prin orice procedeu corespunzător, cum este acoperirea suprafeței limită cu un strat de material de barieră. Un astfel de strat poate fi aplicat prin vopsire, imersie, sitografie, evaporare, sau aplicarea barierei sub formă de lichid sau pastă, prin pulverizarea unei bariere volatile, prin simpla depunere a unui strat de barieră solidă particulată, sau prin simpla aplicare a unui solid subțire, sau a unei pelicule de barieră pe suprafața limită. Prin aplicarea barierei infiltrarea

spontană se termină efectiv, atunci când frontul infiltrării metalului matricei metalice atinge suprafața limită și intră în contact cu bariere.

Exemplul 2. Două corpuri compozite ceramice de tipul celor descrise la începutul exemplului 1, au fost unite folosind aceleași materiale adiționale, cu excepția faptului că, pasta aplicată a inclus un material adițional alumina uzuală comercială. S-a format un ansamblu similar A care a fost introdus într-un cuptor și încălzit în condițiile precizate în prima parte a exemplului 1. Cuptorul a fost apoi răcit și ansamblul A a fost extras. S-a constatat că cele două elemente compozite ceramice erau strâns unite. După cum se poate vedea pe fig.3, care este o fotografie la microscopul optic cu o mărire de 100 ori a îmbinării realizate în condițiile precizate mai sus, îmbinarea care este densă și total lipsită de defecte. Zonele 9-11 din fig.3 sunt corespunzătoare zonelor 6-8 din fig.2, cu excepția zonei 10 din fig.3, care reprezintă alumina adițională.

Din cele prezentate în exemple se poate vedea că s-a accentuat asupra faptului că compozitul cu matrice metalică este produs prin infiltrarea spontană a metalului matricei (aliajul de aluminiu) într-o masă/semifabricat de umplură permeabilă. Un intensificator de infiltrare și/sau precursorul acestuia și/sau o atmosferă de infiltrare, sunt în contact cu materialul/semifabricatul de umplură, într-un moment prestabilit al procesului, ceea ce permite declanșarea procesului de infiltrare spontană. În plus, materialul/semifabricatul de umplură sunt poziționate, astfel încât să fie situat pe o porțiune între cel puțin două elemente juxtapuse, realizând îmbinarea anumitor porțiuni ale fiecăruia din cele două corpuri la care compozitul rezultat se fixează. Deci, când se produce infiltrarea spontană cu metal topit, între elementele juxtapuse se for-

mează un compozit cu matrice metalică, aceasta unind cel puțin câte o porțiune din fiecare element juxtapus. În consecință compozitul cu matrice metalică se comportă ca un mijloc de îmbinare a elementelor juxtapuse. Mărimea cu matrice metalică ce servește ca mijloc de îmbinare poate fi redusă față de elementele ce urmează să fie unite sau poate să fie mai mare decât aceștia. În orice caz, acțiunea principală a elementului compozit este de a uni cel puțin două elemente. În afară de aceasta metalul matricei remanent ce formează carcasa exterioară, poate să existe, de asemenea, între elementele ce urmează să fie unite. De exemplu, dacă un lingou de matrice metalică este plasat între cel puțin două suprafețe de material de umplură sau semifabricat de umplură și cantitatea de metal topit depășește cantitatea necesară pentru realizarea infiltrării complete a acestora, poate să rezulte o structură metalică interpusă între cel puțin două compozite cu matrice metalică de aceeași natură cu structura metalică interpusă menționată, respectivele compozite fiind la rândul lor unite fiecare cu cel puțin un element adițional. O asemenea carcasă din metal al matricei poate să ajute la reducerea tensiunii dintre corpurile ce urmează a se uni. Compoziul cu matrice metalică reprezintă un mijloc optim de unire a unei game largi de corpuri sau materiale. De exemplu, compozitul cu matrice metalică poate fi utilizat la unirea metal-metal, metal-ceramică sau ceramică-ceramică. Compoziul cu matrice metalică obținut în condițiile, procedeului conform invenției, este capabil să acționeze ca mijloc de îmbinare datorită unei game largi de tipuri de materiale de umplură care pot fi asociate cu matricea metalică - aliajele de aluminiu pentru realizarea îmbinării corespunzătoare între două materiale. În plus opțiunea de includere a carcasei din metal al matricei mărește flexibilitatea sistemului. De exemplu dacă corpurile care

urmează a se uni prin mijloace convenționale au coeficienți de dilatare termică foarte diferiți unul față de celălalt, ceea ce îngreuiază unirea lor prin mijloace convenționale, folosirea unui compozit cu matrice metalică poate să conducă la rezolvarea problemei. Compozitul cu matrice metalică ce se realizează pentru unirea celor două corpuri, poate să aibă un coeficient de dilatare termică intermediar între valorile coeficienților de dilatare a celor două corpuri. În plus, datorită prezenței concomitente a materialului de umplutură și a matricei metalice în structura compozitului, acesta este capabil să unească produsele ceramice cu metalele. Asemenea legături sunt dificil de realizat prin tehnici convenționale. Materialul/semifabricatul de umplutură, pot fi poziționate în contact sau pot fi fixate la cel puțin unul din corpurile care urmează a se uni. De exemplu, materialul de umplutură poate fi aplicat sub formă de pastă sau șlam care poate fi aplicat prin vopsire, pulverizare și/sau acoperire sub forma unui strat gros pe cel puțin o porțiune a suprafeței, a cel puțin unuia din corpurile care urmează a se uni. O folie sau o tablă metalică (aliaje de aluminiu) poate fi plasată pe șlamul sau pasta respectivă. Aliajele de aluminiu cele mai indicate conțin circa 5-10% în greutate siliciu și/sau magneziu. Șlamul poate fi realizat prin amestecarea materialului de umplutură cu o soluție apoasă conținând, de exemplu, nitrat de magneziu și/sau acetat de zinc. În plus un semifabricat ar putea fi realizat într-o formă corespunzătoare (de exemplu, foaie, disc, sau ceva similar) și poziționat în contact cu corpurile ce urmează a se uni. Astfel, atât timp cât materialul de umplutură sau semifabricatul respectiv, pot fi puse în contact cu cel puțin o porțiune a suprafeței fiecărui corp care urmează a se uni, se poate realiza un compozit cu matrice metalică ce consti-

tuie mijlocul de unire. Pentru a asigura unirea celor două corpuri, matricea metalică a compozitului poate să reacționeze chimic cu unul din aceste corpuri și/sau materialul de umplutură permeabil poate să reacționeze. Matricea metalică poate să dizolve corpul sau corpurile ce urmează a se uni și/sau poate fi absorbită într-unul din aceste corpuri. De menționat că nu este necesar ca respectivele corpuri ce urmează a se uni prin infiltrarea spontană a matricei metalice să fie din același material. Pentru asigurarea infiltrării spontane a metalului matricei-aliajul de aluminiu în stare topită în masa/semifabricatul de umplutură, trebuie aplicat un intensificator de infiltrare cel puțin unuia din următoarele elemente: material de umplutură, și/sau metalul matricei și/sau atmosfera de infiltrare. Astfel în final, cel puțin într-un moment al infiltrării spontane, intensificatorul de infiltrare ar putea să fie plasat pe cel puțin o porțiune a materialului/semifabricatul de umplutură. Într-o formă de realizare a procedurii, conform invenției, se introduce în sistemul de infiltrare spontană utilizat, precursorul intensificatorului de infiltrare menționat de la o sursă externă sau amestecat cu materialul de umplutură sau, respectiv semifabricatul de umplutură. Precursorul intensificatorului de infiltrare reacționează în condițiile de proces cu cel puțin unul din elementele: materialul de umplutură sau semifabricat de umplutură și/sau metalul matricei și/sau atmosfera de infiltrare și/sau corpurile ce urmează a se uni, astfel încât intensificatorul de infiltrare se formează în cel puțin o porțiune a materialului/semifabricatului de umplutură care a fost infiltrat de matricea metalică topită. În cadrul procedurii conform invenției se utilizează ca metal al matricei aliajele de aluminiu care în momentul formării compozitului cu matrice metalică este adusă în contact cu magneziu care constituie precursorul intensificatorului de infiltrare în prezența atmos-

ferei de infiltrare de azot. Ca urmare sistemul metal al matricei/precursor al intensificatorului de infiltrare/atmosferă de infiltrare-aluminiu/magneziu/azot, realizează infiltrarea spontană. Alte asemenea sisteme metal al matricei/precursor al intensificatorului de infiltrare/atmosferă de infiltrare, pot să se comporte similar cu sistemul aluminiu/magneziu/azot. Spre exemplu, un comportament similar de infiltrare spontană a fost observat la sistemele aluminiu/stronțiu/azot, aluminiu/calciu/azot și la sistemul aluminiu/zinc/oxigen. Când metalul matrice este constituit dintr-un aliaj de aluminiu, acesta este adus în contact cu un semifabricat din material de umplură - de exemplu, carbură de siliciu sau alumină - sau cu materialul de umplură nefasonat, și ansamblul la un moment dat al procesului este expus contactării cu magneziu. Într-o formă de realizare preferată, aliajul de aluminiu și/sau semifabricatul/materialul de umplură sunt menținute în atmosferă de azot cel puțin un anumit interval de timp în timpul procesului. Materialul de umplură va fi infiltrat spontan și extinderea sau viteza infiltrării spontane și formarea matricei metalice se vor modifica în funcție de o serie de factori de proces ca, de exemplu, concentrația de magneziu din sistem (în aliajul de aluminiu și/sau în materialul/semifabricatul de umplură și/sau în atmosfera de infiltrare) mărimea și/sau compoziția particulelor materialului de umplură, concentrația azotului din atmosfera de infiltrare, timpul prestabilit de infiltrare, și/sau temperatura de proces. Infiltrarea spontană se desfășoară tipic într-un volum suficient pentru a arma complet semifabricatul sau materialul de umplură.

În cele ce urmează se prezintă definițiile noțiunilor folosite pe parcursul descrierii și a revendicărilor.

- *Aluminiu* - se referă la un metal în

stare pură disponibilă în comerț, sau la aliajele de aluminiu având impurități și/sau elemente de aliere Si, Fe, Cu, Mg, Mn, Cr, Zn, Ca, Sr, etc.

5 Un aliaj de aluminiu în conformitate cu această definiție este un aliaj sau un compus intermetalic în care aluminiul este componentul majoritar.

10 - *Rest gaz neoxidant* - se referă la orice gaz ce se adaugă constituentului de bază pentru a forma atmosfera de infiltrare, respectivul gaz trebuind să fie inert sau reducător care să nu reacționeze cu matricea metalică-aliajul de aluminiu - în condițiile de proces. Un gaz oxidant care poate să fie prezent ca impuritate în gazele ce alcătuiesc atmosfera de infiltrare trebuie să fie prezent doar într-o asemenea cantitate încât să fie total insuficient pentru oxidarea matricei metalice în condițiile de proces.

20 - *Barieră sau mijloc de barieră* - se referă la orice mijloc corespunzător care interferează, inhibă, previne sau încheie migrarea, mișcarea etc. a metalului topit al matricei peste suprafața limită a unei mase permeabile de material de umplură sau semifabricat, în care suprafața limită respectivă este definită de mijloacele de barieră menționate. Mijloacele de barieră corespunzătoare pot fi constituite din orice material, compus element, compoziție, etc, care în condițiile de proces își mențin integritatea și nu sunt volatile (adică respectivul material, adică materialul de barieră nu trebuie să se volatilizeze într-o astfel de măsură încât să devină nefuncțional ca barieră). În plus, mijloacele de barieră corespunzătoare includ materiale care sunt în principal nehigroscopice în condițiile migrării metalului topit al matricei în timpul procesului. Un material de barieră trebuie să prezinte o afinitate redusă sau să nu prezinte de loc afinitate față de metalul topit al matricei, și migrarea acestuia dincolo de suprafața limită a masei de material de umplură sau prefabricat este

impiedicată sau inhibată de respectivele mijloace de barieră. Bariera amintită reduce necesitatea prelucrării și finisării finale și definește cel puțin o porțiune a suprafeței produsului final al compozitului finit. În unele cazuri mijlocul de barieră poate fi permeabil sau poros sau poate fi permeabilizat, spre exemplu, prin practicarea de găuri sau perforarea barierei pentru a permite atmosferei de infiltrare să contacteze metalul topit al matricei.

- *Elemente solidarizate* - sau *Elemente ce urmează a fi solidarizate* sau *Elemente juxtapuse* - se referă la două sau mai multe elemente ce pot fi solidarizate prin intermediul unui compozit cu matrice metalică și care includ (dar nu sunt limitate la) metale, ceramice, compozite ceramice, sticlă sau combinații între acestea.

- *Reziduu* sau *Reziduu de metal al matricei* - se referă la orice porțiune din masa inițială de metal al matricei, neconsumată în procesul de obținere a compozitului cu matrice metalică și care în mod caracteristic după răcire și solidificare, rămâne cel puțin parțial în contact cu structura formată prin infiltrare spontană. Trebuie înțeles că "*Reziduu*" poate să includă de asemenea un al doilea metal străin.

- *Umplutură* - se referă la un singur component sau la un amestec de componente, care sunt nereactivi și cu solubilitate limitată în metalul topit al matricei. Umplutura poate să fie omogenă sau heterogenă și să aibă forme variate de pulberi, fulgi, tablete, microsfele, fibre, bule, etc, și poate să fie densă sau poroasă. Umplutura poate să fie de natură ceramică cum sunt fibrele de carbură de siliciu sau de aluminiu, fragmente de fibre, macroparticule, fibre, baloane, sfere, covor de fibre sau altele similare, sau fibre din materiale neceramice cu acoperiri ceramice cum sunt fibrele de carbon acoperite cu carbură de siliciu sau alumi-

nă, care au rol de a proteja carbonul de acțiunea erozivă a aluminiului topit. Umpluturile pot fi de asemenea metalice.

5 - *Atmosfera de infiltrare* - se referă la mediul care interacționează cu metalul matricei în stare topită și/sau materialul de umplură și/sau cu precursorul intensificatorului de infiltrare și/sau cu intensificatorul de infiltrare însăși, și permite infiltrarea spontană a metalului matricei.

10 - *Intensificator de infiltrare* - se referă la un material care concură la accelerarea infiltrării spontane a matricei metalice în materialul/semifabricatul de umplură.

15 Intensificatorul de infiltrare poate fi constituit, de exemplu, din reacția precursorului respectivului intensificator cu mediul de infiltrare pentru a forma substanțe gazoase și/sau un produs de reacție între mediul de infiltrare și precursor și/sau un produs de reacție între precursor și materialul de umplură prefasonat sau nu. Pe lângă aceasta intensificatorul de infiltrare poate fi furnizat direct în cel puțin unul din elementele sistemului de infiltrare spontană:

20 material de umplură și/sau metalul matricei și/sau atmosfera de infiltrare și funcționează în acelaș mod cu intensificatorul de infiltrare format prin reacția precursorului acestuia cu elementele sistemului precizate mai sus. În fine cel puțin în timpul infiltra-

25 rii spontane, intensificatorul de infiltrare ar trebui localizat în cel puțin o porțiune a materialului/semifabricatului de umplură pentru realizarea infiltrării spontane.

30 - *Precursorul intensificatorului de infiltrare* - se referă la un material care în asociere cu metalul matricei, cu materialul/semifabricatul de umplură și/sau atmosfera de infiltrare produce intensificarea infiltrării care influențează și facilitează infiltrarea spontană a metalului matricei în materialul/semifabricatul de umplură.

35 Este indicat ca respectivul precursor să poată fi poziționat, localizat sau transportat într-o poziție care să-i permită să interac-

40

45

ționeze cu atmosfera de infiltrare și/sau cu materialul/semifabricatul de umplură și/sau cu metalul topit al matricei. De exemplu în anumite sisteme alcătuite dintr-o matrice metalică, precursor, atmosferă de infiltrare este de dorit ca precursorul să se volatilizeze la aproximativ, sau în anumite cazuri chiar la puțin peste temperatura la care metalul matricei devine lichid. O asemenea volatilizare poate să conducă la: 1 o reacție a precursorului cu atmosfera de infiltrare pentru a forma compuși gazoși care intensifică higroscopicitatea materialului/semifabricatului față de metalul matricei; și/sau 2 o reacție a precursorului cu atmosfera de infiltrare pentru a forma un intensificator de infiltrare solid, lichid sau gazos în cel puțin o porțiune a materialului de umplură sau a semifabricatului care intensifică higroscopicitatea; și/sau 3 o reacție a precursorului cu materialul/semifabricatul de umplură pentru formarea unui intensificator de infiltrare solid, lichid sau gazos, în cel puțin o zonă a materialului/semifabricatului de umplură, care intensifică higroscopicitatea.

- *Matrice metalică, sau Matrice de aliaj metalic* - se referă la acel metal sau aliaj care este utilizat pentru formarea compozitului cu matrice metalică (înainte de infiltrare) și/sau metalul care este amestecat cu materialul de umplură pentru a forma compozitul cu matrice metalică (după infiltrare). Când se menționează un metal anume ca metal al matricei, trebuie înțeles că acesta este un metal pur, un metal corespunzător cu impurități și/sau constituenți de aliere, un compus intermetalic sau un aliaj în care respectivul metal este constituentul major sau predominant.

- *Metal al matricei/precursor al intensificatorului de infiltrare/atmosfera de infiltrare, sau Sistem spontan* - se referă la acea combinație de materiale care asi-

gură infiltrarea spontană într-un material/semifabricat de umplură.

- *Compozit cu matrice metalică* (sau MMC) se referă la un material cuprinzând un aliaj cu două sau trei elemente interconectate sau o matrice metalică inclusă într-un material/semifabricat de umplură. Matricea metalică poate să includă diferite elemente de aliere pentru a asigura obținerea proprietăților mecanice și fizice specifice prestabilite în compozitul ce se obține.

- *Metal diferit de metalul matricei* - se referă la un metal/aliaj care diferă prin natură/compoziție de primul metal al matricei (de exemplu, dacă metalul matricei este aluminiul/aliajul de aluminiu, metalul diferit ar putea fi nichelul/aliajul de nichel).

- *Recipient nereactiv pentru metalul matricei* - se referă la oricare recipient care conține materialul/semifabricatul de umplură și/sau metalul matricei topit, în condițiile de proces și care nu reacționează cu aceștia și/sau cu atmosfera de infiltrare și/sau cu precursorul intensificatorului de infiltrare și/sau cu materialul/semifabricatul de umplură într-o astfel de măsură, încât să influențeze semnificativ mecanismul de infiltrare spontană.

- *Semifabricat sau semifabricat permeabil* - se referă la o masă poroasă de material de umplură care este fabricată astfel, încât să prezinte cel puțin o suprafață limită care determină în principal o graniță pentru infiltrarea metalului matricei, o astfel de masă păstrându-și corespunzător forma pentru a asigura rigurozitatea dimensională înainte de infiltrare a matricei metalice. Respectiva masă de umplură trebuie să fie suficient de poroasă pentru a facilita infiltrarea spontană a metalului matricei. Un semifabricat tipic cuprinde o rețea delimitată sau un aranjament de umplură, fie omogen, fie heterogen și poate să cuprindă orice material corespunzător ceramic și/sau macroparticule metalice, pulberi, fibre, tije, etc, sau orice combinație

a acestora. Semifabricatul poate să fie constituit dintr-un singur element sau dintr-o asociere de elemente.

- *Rezervor* - se referă la o parte separată a metalului matricei plasată într-o poziție relativă față de masa/semifabricatul de umplură, astfel ca prin topirea metalului acesta să curgă pentru a umple, sau în anumite situații să alimenteze și apoi să umple sursa de metal a matricei care este în contact cu masa/semifabricatul de umplură. Rezervorul poate fi utilizat pentru introducerea în sistem a metalului "diferit" de metalul matricei definit mai sus.

- *Infiltrarea spontană* - se referă la infiltrarea metalului matricei în masa permeabilă a materialului/semifabricatului de umplură fără aplicarea unei presiuni sau depresioni (aplicate din exterior sau create în interiorul sistemului).

Invenția de față prezintă următoarele avantaje:

- prin aplicarea procedului, conform invenției, se pot obține îmbinări între materiale de aceeași natură și de natură diferită, calitativ superioare și uniforme;

- se poate extinde tehnica realizării compozitelor cu matrice metalică prin infiltrarea spontană în domeniul îmbinărilor între materiale de aceeași natură sau de natură diferită.

Revendicări

1. Procedeu de îmbinare a două sau mai multor corpuri cu structură compozită sau nu, de-a lungul unor suprafețe prestabilite, prin plasarea respectivelor corpuri în pozițiile necesare pentru aducerea suprafețelor menționate în poziții corespunzătoare pentru îmbinare, orientarea unui material de adaos spre zona de îmbinare și încălzirea ansamblului rezultat în atmosferă controlată un timp necesar pentru realizarea îmbinării, **caracteri-**

zat prin aceea că în scopul obținerii unor îmbinări calitativ superioare și uniforme, se introduce între suprafețele corpurilor care urmează a se îmbina, un material ceramic permeabil, eventual prefasonat corespunzător, care este adus în contact cu metalul matricei constituit din aliaje uzuale de aluminiu care pot să conțină cel puțin unul din elementele Si, Fe, Cu, Mn, Cr, Zn, Ca, Mg, Sr, și se asigură infiltrarea spontană a metalului matricei, topit în masa de umplură permeabilă prin încălzirea corespunzătoare a ansamblului în atmosferă de azot sau oxigen pentru obținerea unui compozit cu matrice metalică între suprafețele prestabilite a două sau mai multor corpuri, care asigură îmbinarea lor.

2. Procedeu, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** în scopul realizării îmbinării, se asigură obținerea unui compozit cu matrice metalică de aluminiu care să reacționeze în condițiile de proces cu cel puțin o parte a cel puțin unuia din cele două sau mai multor corpuri care urmează a se uni.

3. Procedeu, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** în scopul realizării îmbinării, se asigură obținerea unui compozit cu matrice metalică de aluminiu, care să solubilizeze cel puțin o porțiune a cel puțin unuia din cele două sau mai multe corpuri care urmează a se uni, în condițiile de proces.

4. Procedeu, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** în scopul realizării îmbinării, se asigură obținerea unui compozit cu matrice metalică de aluminiu, care în condițiile de proces să fie absorbit sau adsorbit în cel puțin o porțiune a cel puțin unuia din cele două sau mai multe corpuri care urmează a se uni.

5. Procedeu, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** în scopul obținerii unor îmbinări calitativ superioare, se asigură obținerea în condițiile de proces a unui compozit cu matrice metalică de alu-

miniu având un coeficient de dilatare termică intermediar între valorile coeficienților de dilatare termică a corpurilor ce urmează a se uni.

6. Procedeu, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** se pot supune îmbinării în condițiile de proces două sau mai multe corpuri ce alcătuiesc combinații de materiale alese între metale, ceramice, compozite ceramice, compozite metalice, sticlă și cermeturi.

7. Procedeu, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** în scopul obținerii compozitului, se plasează masa de metal al matricei necesară infiltrării spontane, între corpurile care urmează a se îmbina, asigurând prin topire sursa de matrice metalică necesară procesului.

8. Procedeu, conform revendicărilor 1 și 7, **caracterizat prin aceea că** se poate introduce în sistem masa de metal al matricei în exces astfel încât după desăvârșirea infiltrării și formarea compozitului, să rămână o carcasă de matrice metalică între corpurile îmbinate.

9. Procedeu, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** se folosește în alcătuirea ansamblului o masă ceramică permeabilă, uzual aleasă între oxizi, carburi, boruri, nitruri și mai ales între oxid de aluminiu, carbură de siliciu, nitrură și decaborură de aluminiu, micro sau macroparticulate la forme obișnuite.

10. Procedeu, conform revendicărilor 1 și 9, **caracterizat prin aceea că** se poate folosi în alcătuirea ansamblului o masă ceramică permeabilă sub formă de prafuri, fulgi, plăcuțe, microsferă, baloane, fibre, particule, țesături de fibre, fibre tocate, sfere, pelete, tubulețe și învelișuri refractare.

11. Procedeu, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** în scopul asigurării realizării infiltrării spontane în condiții optime, se alimentează în sistemul supus încălzirii în vederea realizării

îmbinării, fie în metalul matricei, fie în masa de umplutură, fie în atmosfera de infiltrare, un intensificator de infiltrare sau un precursor al acestuia al cărui tip este determinat de atmosfera în care se desfășoară procesul de infiltrare spontană.

12. Procedeu, conform revendicărilor 1 și 11, **caracterizat prin aceea că** în scopul infiltrării spontane a matricei metalice pe bază de aluminiu, în atmosferă de azot, se introduce în sistemul supus încălzirii un precursor al intensificatorului de infiltrare cu conținut de stronțiu, calciu și/sau, de preferință, de magneziu.

13. Procedeu, conform revendicărilor 1 și 11, **caracterizat prin aceea că** în scopul infiltrării spontane a matricei metalice pe bază de aluminiu în atmosferă de oxigen, se introduce în sistemul supus încălzirii un precursor al intensificatorului de infiltrare cu conținut de zinc.

14. Procedeu, conform revendicărilor 1 și 11, **caracterizat prin aceea că** se pot introduce în sistemul de încălzire precursorul intensificatorului de infiltrare sau intensificatorul de infiltrare ca atare, de la o sursă externă.

15. Procedeu, conform revendicărilor 1 și 11, **caracterizat prin aceea că** se pot introduce în sistem, precursorul intensificatorului de infiltrare sau intensificatorul menționat ca atare, prin intermediul materialului de umplutură, matricei metalice sau atmosferei de infiltrare intrând în compoziția acestora.

16. Procedeu, conform revendicărilor 1, 11 și 15, **caracterizat prin aceea că** în scopul formării intensificatorului de infiltrare în condițiile de proces, se introduce în sistem precursorul acestuia care de regulă se volatilizează și reacționează cu atmosfera de infiltrare, metalul topit al matricei sau materialul de umplutură, rezultând ca produs al acestei reacții intensificatorul de infiltrare, fie în cel puțin o porțiune a umpluturii, fie sub forma unei acoperiri pe

respectiva porțiune și care, poate fi reducibil de metalul topit al matricei.

17. Procedeu, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** se poate defini uzual o suprafață limită a materialului de umplură printr-un mijloc de barieră ales între carbon, grafit și diborură de titan, respectivul mijloc de barieră constituind limita până la care se propagă

5 în condițiile de proces infiltrarea spontană a metalului matricei, nefiind infiltrabil de acesta, și trebuind să fie totodată suficient de permeabil pentru a permite accesul atmosferei de infiltrare la cel puțin unul din elementele sistemului - materialul ceramic de umplură, metalul matricei, intensificatorul de infiltrare sau precursorul acestuia.

(56)Referințe bibliografice

Brevete RO nr.99721; 101209; 101345; 102630

Președintele comisiei de invenții: biolog Nicola Nicolin

Examinator: ing.Panin Elena

105231

(51) Int. Cl.⁴: C 04 B 35/71;
C 22 C 29/00

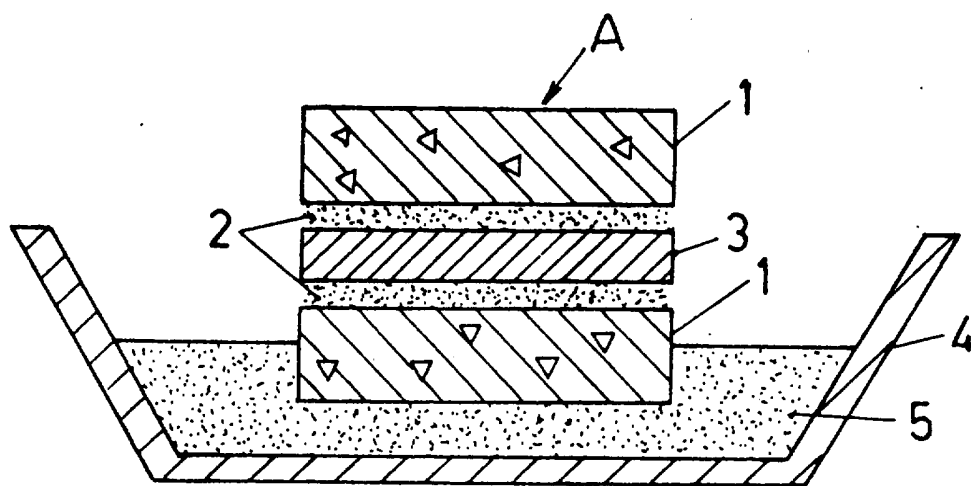
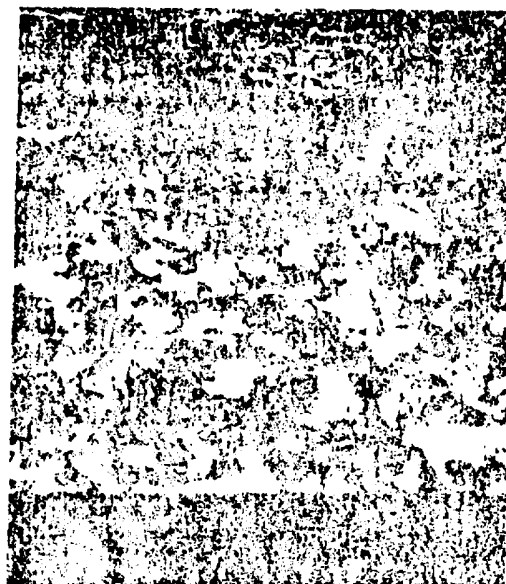


Fig.1

105231

(51) Int. Cl.⁴: C 04 B 35/71;
C 22 C 29/00

Fig. 2



← 8

← 7

← 6

Fig. 3



← 11

← 10

← 9