A XI-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2011

COMPOZITE Al - BAZALT REALIZATE PRIN SINTERIZARE

Dăian LUNGU

COMPOSITES Al - BASALT MADE BY SINTERING

The aim of this paper is the description of certain issues related to the obtaining of new materials with special characteristics over those already normal and also the interest to obtain economically profitable materials has become more ample.

The technology used to obtain the Al- Basalt composite through casting and also sintering consists in obtaining the compatibility of basalt in the aluminum based metallic matrix and obtaining the agglutination between aluminum powders and basalt particle in the most efficient conditions.

Keywords: casting, sintering, aluminum, basalt
Cuvinte cheie: turnare, sinterizare, aluminiu, bazalt

1. Introducere

Ideea realizării unor materiale compozite prin metode specifice metalurgiei pulberilor, materiale care pot înlocui, în condiții de rentabilitate materiale mai scumpe (bronzuri, alame, fonte cu grafit nodular) necesare realizarii unor piese ca: filtre, lagăre, bucşe, roți dințate etc., a stat la baza înființării unui consorțiu de cercetare în jurul SC TEHNOMAG SA Cluj Napoca. Cercetările şi experimentările noastre s-au axat pe obținerea acestor tipuri de materiale compozite utilizând ca materie primă pulberile de aluminiu și pulberile de bazalt, care sunt procesate prin procedee specifice metalurgiei pulberilor. Aceste noi materiale compozite sunt superioare materialelor clasice, din punct de vedere al caracteristicilor

mecanice, tribologice al uzurii, al rezistenței la oxidare.

Lucrarea de față contribuie la rezolvarea unor probleme în aria tematică specifică ştiinței materialelor şi la dezvoltarea domeniului materiale avansate prin caracterul de noutate oferit de materialul compozit Al-Bazalt. Gradul de noutate constă din faptul că nu s-au obținut până acum compozite Al-Bazalt. Acest material se deosebeşte de altele cu matrice din aluminiu, ranforsate cu diverşi contituienți metalici sau nemetalici prin aceea că procedeul de obținere nu este așa de laborios ca în cazurile amintite. De asemenea bazaltul este un material care se găseşte din abundență în scoarța terestră sub formă de rocă, fiind exploatat în cariere de suprafață.Toate acestea conduc la nişte *cheltuieli comparative mai mici de fabricație, fără a influența în mare măsură caracteristicile materialului.*

2. Experimentări

Procesul tehnologic de realizare compozitelor Al-Bazalt este redat în figura 1.

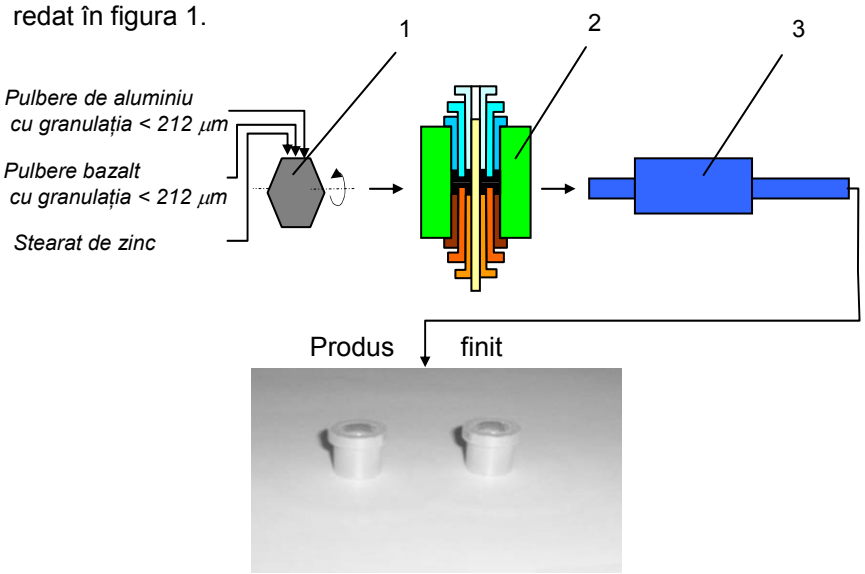

Fig. 1 Procesul tehnologic de realizare a compozitelor Al-Bazalt prin sinterizare

Materiile prime utilizate sunt pulberile de aluminiu şi de bazalt cu granulațiile de sub 212 μm şi stearatul de zinc.

Pulberea de bazalt şi pulberea de aluminiu, se dozează în proprorțiile prezentate în tabelul 1 (Compoziția materialului compozit):

Tabelul 1

Nr.Probă	Pulbere de bazalt	Pulbere de aluminiu	Stearat de Zn
	[%]		
1.	88,5	10	1,5
2.	78,5	20	
3.	68,5	30	

Omogenizarea, 1 (figura 1) urmăreşte obținerea unui amestec omogen, cu o distribuție relativ uniformă a componentei de armare (particule).

Pentru studiul materialelor compozite Al-Bazalt, s-au preparat mai multe loturi de amestecuri de pulberi având concentrații diferite de pulberi de AlSiMg şi Bazalt pentru cele două variante de sinterizare. Omogenizarea se face în amestecător *Turbula* timp de 15 min.

Compactarea, 2 (figura 1). Proprietățile mecanice de rezistență a pieselor sinterizate depind în mod direct de caracteristicile presatelor. Acestea la rândul lor depind de parametrii de presare, geometria şi dimensiunile compactelor, precum şi de proprietaţtile pulberilor.

Principalii parametrii de presare sunt:

- presiunea de compactizare;
- viteza de presare.

Prin operația de presare se urmăreşte realizarea unei distribuții de densitate cât mai uniforme în volumul compactului.

Compactarea probelor s-a făcut în matriță cu dimensiunile: Ø 11,4 x 50 mm cu camera de umplere de h = 17 mm din care rezultă un volum initial nepresat de 1,735 cm^3.

Pentru pastilele cu Ø 11,4 mm presiunile de compactizare aplicate sunt de 200; 400; 600 MPa. Dozarea cantității de pulbere pentru presare s-a facut volumetric, determinându-se în prealabil volumul necesar pentru ca la presiunea de compactizare menționată să se obțină înălțimea preconizată a probelor.

Valorile medii ale caracteristicilor acestor probe sunt prezentate în tabelul 2 (Caracteristicile probelor cu diametrul de Ø11,4 mm).

Tabelul 2

Presiune de compactizare [MPa]	Înălțime epruvetă [mm]	Masă epruvetă [g]	Volum epruvetă [cm^3]	Densitate calculată g/cmc	Raport de comprimare
Proba 1	Compoziția 90 % Al 10 % Bazalt				

200	6,16	1,092	0,628	1,736	2,76
400	5,02	1,078	0,512	2,103	3,39
600	Matrița se gripează				
Proba 2.	Compoziția 80 % Al 20 % Bazalt				
200	5,97	1,087	0,609	1,783	2,85
400	5,18	1,102	0,528	2,084	3,29
600	Matrița se gripează				
Proba 3.	Compoziția 70 % Al 30 % Bazalt				
200	5,75	1,062	0,586	1,809	2,96
400	4,81	1,043	0,490	2,124	3,54
600	Matrița se gripează				

Sinterizarea probelor, 3 (figura 1) s-a făcut într-un cuptor electric cu mufă din oțel inoxidabil Inconel în atmosferă de argon urmărind diagrama de sinterizare din figura 2. Presiunea argonului este cu 3-7 KPa peste presiunea atmosferică la un debit de 1-3 m^3/h. Lubrifiantul folosit la presare se evaporă între 345 - 450 ^0C. După scoaterea probelor acestea se răcesc în aer până la temperatura camerei. Temperatura de sinterizare experimentată este de 540 ^0C.

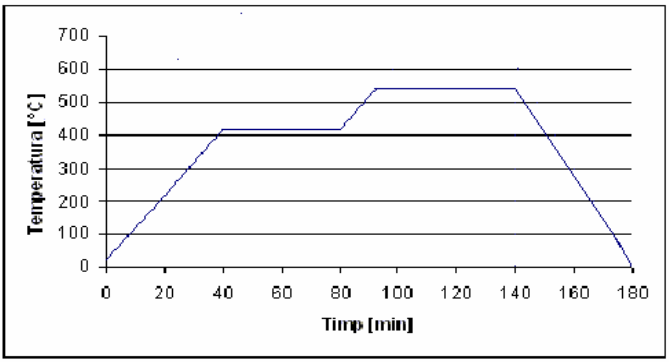

Fig. 2 Diagrama de sinterizare a compozitelor Al-Bazalt

3. Încercări mecanice

Rezistența la tracțiune şi alungirea la tracțiune s-a determinat pe o maşină universală pentru încercări de 100 kN.

Aceste încercări s-au efectuat conform EN 70020 pe epruvete standardizate.

Valorile încercărilor la tracțiune sunt prezentate în tabelul 3 (Rezistența şi alungirea de rupere la tracțiune funcție de conținutul de bazalt al compozitelor sinterizate.

Tabelul 3

Proba	**Grosime** (a) (mm)	**Lățime** (b) (mm)	**Secțiune** (S) (mm²)	**Fm** (N)	**Rm** (MPa)	**A** (%)
Compoziția 90 % Al 10 % Bazalt	2,85	5,71	16,22	1292,5	79,7	0,34
Compoziția 80 % Al 20 % Bazalt	2,89	5,74	16,63	1172,5	70,5	0,67
Compoziția 70 % Al 30 % Bazalt	2,86	5,81	16,64	717,5	43,1	0,24

Din datele din tabelul 4 rezultă că compozitele pe baza de Al-Bazalt au rezistența la tracțiune slabă comparativ cu aluminiu. Rezistența la rupere şi alungirea scad odată cu creşterea conținutului de bazalt în compozit.

Totuşi în literatura de specialitate – pentru compozite ranforsate cu particule ceramice se dau valori ale rezistenței la rupere între 50 şi 150 MPa.

4. Încercarea la uzură uscată

S-a realizat pe Uzometru prevăzut cu disc pentru fixarea hârtiei abrazive cu următoarele caracteristici:

- Φ = 305 mm;
- turația n = 25 rot/min;
- avansul radial S_r = 0,5 mm/rot.

În vedere realizări determinărilor s-au utilizat hârtii abrazive HCn 16 cu diametrul D = 300 mm.

După stabilirea dimensiunilor fâşiei utile de contact dintre epruvetă şi discul de hârtie abrazivă (Dmax și Dmin) şi diametrul epruvetei, cunoscându-se avansul radial S_r se stabileşte lungimea drumului ce trebuie parcurs cu frecare L_f.

Se stabilesc numărul de treceri N necesar şi numărul de rotații necesar la o trecere n pentru realizarea drumului parcurs cu frecare.

Se încarcă cupla cu sarcina F_n = 30 N şi se efectuează n rotații pentru fiecare din cele N treceri, după care se demontează epruvetele, se spală bine cu neofalină sau diluant, se usucă şi se cântaresc pe balanța analitică.

Parametrii de încercare:

D_{max} = 200 mm; D_{min} = 120 mm; S_r = 0,5 mm/rot; d_{proba} = 10 mm, L_f = 70.000 mm; numărul de treceri N = 3; numărul de rotații necesar realizării L_f , n = 44

Probele utilizate au dimensiunile din figura 3, iar rezultatele sunt prezentate în tabelul 4.

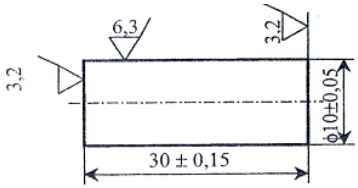

Fig. 3
Forma şi dimensiunile probei

Tabelul 4

Nr. crt	Material	Masa inițială mi [g]	Masa finală mf [g]	Uzura masică (mi-mf) [g]
Proba de referință	Al99,99 %	6,3650	4,7750	1,59
Compozitia 90 % Al 10 % Bazalt	Al-Bazalt	6,4263	6,2113	0,215
Compozitia 80 % Al 20 % Bazalt	Al-Bazalt	6,4268	6,2188	0,208
Compozitia 70 % Al 30 % Bazalt	Al-Bazalt	6,4372	6,2402	0,197

Din tabelul de mai sus rezultă că pierderea de masă la uzură uscată este progresiv mai mică odată cu creşterea continuțului de bazalt în matricea metalică.

5. Concluzii

■ În urma experimentărilor au rezultat compozite Al-Bazalt cu compozițiile: Al 90 % - Bazalt 10 % ; Al 80 % - Bazalt 20 % şi Al 70 % - Bazalt 30 %.

■ Presiunile de compactizare optime sunt cuprinse în intervalul 200- 400 MPa. La presiuni mai mici de 200 MPa nu are loc compactizarea iar la presiuni mai mari de 400 MPa are loc fenomenul de gripare a matriței.

■ Caracteristicile compozitelor Al-Bazalt privind rezultatele obtinuțe în ceea ce priveste încercarile mecanice şi încercarile la uzură

prezentate în tabele 3 şi 4 conduc la posibilitatea utilizării acestor materiale la realizarea bucşelor lagărelor de alunecare de forma celor prezentate în figura 1 (produse finite).

■ Producerea compozitelor Al Bazalt prim metalurgia pulberilor conduce la reducerea cu circa 45 % a cheltuielilor cu materialele, 30 % la costul utilajelor; 32 % a timpului de fabricatie; 40 % cu forța de muncă, comparativ cu procedeele convenționale de producere a acestor tipuri de organe de maşini, prin faptul că realizarea pieselor sinterizate implică o tehnologie cu un înalt grad de mecanizare şi de precizie a produselor rezultate.

BIBLOGRAFIE

[1] Kuzman Raznjevc, *Tabele și diagrame termodinamice*, Editura tehnică, Bucuresti,1978.

[2] Tănăsescu, Fl.T., ș.a., *Agenda tehnică* , Editura tehnică, București, 1990.

[3] Palfalvi, A., *Metalurgia pulberilor*, Editura tehnică, București, 1988.

[4] Zirbo, Gh., ș.a.*, Aliaje de aluminiu pentru turnătorie,* Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1998.

[5] Brândușan, L., *Materiale poroase permeabile sinterizate armate*, Editura U.T.Pres, Cluj-Napoca, 1999.

[6] Ștefănescu, Fl., ș.a., *Materialele viitorului se fabrică azi. Materiale compozite*, Editura didactică și pedagogică, RA București, 1996.

[7] Colan, H., *Studiul metalelor și tratamente termice*, Editura didactică și pedagogică, București, 1964.

[8] Iudin, S.B., ș.a., *Turnarea centrifugă*, Editura tehnică, București, 1973.

[9] Surdeanu, T., *Piese sinterizate din pulberi metalice*, *tehnologii, proprietăți, utilizări*, Editura tehnică, Bucureşti, 1984.

[10] Lubanska, H., C*orrelasion of Spray Ring Data for Gas Atomization of Liquid Metals*, Journal of Metals – 45, february 1970.

[11] * * * *Bazaltul în industrie.* OICMD, București, 1990.

[12] Vida-Simiti, I., *Proprietăți tehnologice în metalurgia pulberilor*, Editura Enciclopedică, Bucureşti, 1999.

[13] Vida-Simiti, I., *Prelucrabilitatea materialelor metalice*, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1996.

[14] Vida-Simiti, I., *Materiale poroase permeabile sinterizate*, Editura OIDICM Bucureşti, 1992.

[15] Dobra, Tr., Bota, Daniela, Constantinescu, V., *Materiale compozite cu matrice metalică. Aliaje dure sinterizate*, Editura U.T.Pres, Cluj-Napoca, 2003.

[16] Ciocârdia, C., Drăgulănescu, E., Drăgulănescu, I., *Aliaje dure sinterizate din carburi metalice,* Editura tehnică, București, 1985.

[17] Pop, V., Chicinaș, I., Jumătate, N., *Fizica materialelor*. Metode experimentale, Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 2001.

[18] Domșa, St., *Selecția materialelor inginereşti*, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2004.
[19] Solacolu, Ș., Paul, Florica, *Chimia fizică a solidelor oxidice*, Editura Dacia, Cluj Napoca.
[20] Gâdea, Susana, ș.a., *Manualul inginerului metalurg, vol. 1* Editura tehnică, București, 1978.
[21] * * * petrology.oxfordjournals.org/cgi/content
[22] Domșa, St., *Materiale inginereşti speciale avansate*, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2002.
[23] Bejan, M., *În lumea unităților de măsură.* Ediția a doua revăzută şi adăugită. Editura Academiei Române şi Editura AGIR, Bucureşti, 2005.

Ing. Dăian LUNGU
cercetător, S.C. ICPT TEHNOMAG SA Cluj-Napoca,
membru AGIR; e-mail: tehnomag@astral.cluj.ro