



A XVIII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
CLUJ NAPOCA, 2018

PROCES PROPUȘ PENTRU SINTERIZAREA COMBINATĂ A PULBERILOR METALICE

Ioan VIRCA, Silviu Mihai PETRIȘOR

PROCESS PROPOSED FOR COMBINED SINTERIZATION OF METAL POWDERS

Starting from the analysis of two modern sintering methods for metallic powders, respectively sintering in the mold and electro sintering, and knowing the technological possibilities of lamps discharged in gas, with high intensity, in the present paper the author proposes a new sintering process combining electro sintering with the action of optical radiation impulses emitted by lamps discharged in gas. The recommended electro technical regime and scheme of the experimental plant are described in detail in the article.

Keywords: metallic powders, electro sintering, sintering in the mold, optical radiation pulses, gas discharge lamps, hardening surface

Cuvinte cheie: pulberi metalice, electro sinterizare, sinterizare în matrită, impulsuri de radiație optică, lămpi cu descărcare în gaz, suprafață de întărire

1. Introducere

Sinterizarea clasică, cunoscută și aplicată de mulți ani, a cunoscut îmbunătățiri succesive, atât în ceea ce privește tehnologia și echipamentul aferent, cât și privind calitatea și performanțele pieselor rezultate. Au fost amplu studiate fenomenele care se petrec în volumul materialului pulverulent în timpul fazei de presare – presinterizare, cât și în următoarea fază, în care se transferă masei de pulbere energia termică necesară apariției de noi centre de cristalizare.

Evoluția tehnologică în domeniul metalurgiei pulberilor a fost determinată de apariția și dezvoltarea procedeele de formare în stare plastică. Această categorie de procedee se bazează pe acțiunea combinată a sinterizării și deformarea plastică a amestecurilor de pulberi, în unele cazuri prin adăugarea de lianți-plastifianți specifici, de obicei de compoziție complexă, în proporție mai mare decât cea necesară operației de presare, circa 6-20 % [1]. Se pot aminti astfel ca procedee: sintermatrițarea și formarea prin injecție.

În ultimele două-trei decenii au apărut în literatura de specialitate [2, 3, 4, 5, 6, 7] informații referitoare la posibilitatea sinterizării prin utilizarea câmpurilor electrice de intensitate înaltă, procedeu cunoscut sub numele de electrosinterizare, a cărei tehnologie nu mai necesită agregatele presă și cuptor, utilizate pentru realizarea sinterizării clasice. Astfel, sinterizarea se efectuează prin încălzirea ohmică de la o sursă de curent de intensitate înaltă.

Această tehnologie de fabricație a pieselor face parte din categoria tehnologiilor neconvenționale, la care energia de prelucrare este transmisă agentului de lucru sub formă electrică, electromagnetică, mecanică-radiantă etc. sau combinații ale acestora. Sub aspectul nivelului și al variației în timp, energia de prelucrare se aplică concentrat, de regulă în impulsuri de foarte scurtă durată și la valori ridicate.

Acest caracter al tehnologiilor neconvenționale le departajează net față de tehnologiile clasice, determinând următoarele avantaje: creșterea vitezei de desfășurare a proceselor, reducerea numărului de faze tehnologice, reducerea consumului de materiale și energie, creșterea calității produselor etc.

Astfel, procedeul propus se dorește a fi un procedeu neconvențional de obținere a pieselor de formă tubulară din pulberi metalice prin acțiunea combinată a unor câmpuri electromagnetice.

2. Generalități privind sintermatrițarea

Sintermatrițarea este procedeul combinat de sinterizare și deformare plastică prin care se obține o creștere a densității până la valori apropiate materialului compact, simultan cu creșterea corespunzătoare a rezistenței mecanice și a tenacității. Procedeul se aplică de obicei pentru obținerea pieselor din pulberi de oțel.

Propriu-zis, sintermatrițarea reprezintă o dublă sinterizare efectuată la temperaturi mai ridicate (1375-1475 K), etapele fiind prezentate în figura 1 [8, 9].

În prima etapă se realizează o compactare la o presiune specifică de 600 MPa (figura 1.a). În etapa a doua (figura 1.b) se execută sinterizarea la temperatură înaltă (tabelul 1). După sinterizare se execută o forjare-matrițare la temperatură înaltă (figura 1.c), prin care se închid foarte mulți pori, ceea ce creează noi puncte de contact. Apare astfel o structură tipică de fibraj de deformare plastică în material.

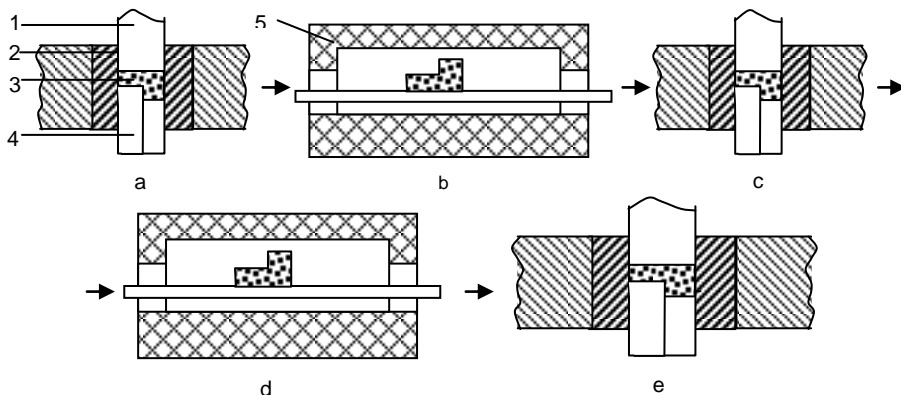


Fig. 1 Etapele sintermatrițării

- a – compactare; b – prima sinterizare; c – matrițare;
 d – a doua sinterizare; e – calibrare
 1 – poanson; 2 – matriță; 3 – piesa din pulberi metalice;
 4 – contrapoansoane; 5 – cuptor de sinterizare

După cea de-a doua sinterizare (figura 1.d) se mai execută o matrițare de calibrare (figura 1.e) care definitivează fibrajul, permițând obținerea unor caracteristici mecanice ridicate.

Tabelul 1

Nr. crt.	Materialul	Temperatura de sinterizare [°C]
1	Aliaje de aluminiu	863...893
2	Fier	1393...1553
3	Fier-cupru	1393...1553
4	Fier-carbon	1393
5	Fier-carbon-cupru	1393
6	Fier-carbon-cupru-nichel	1393
7	Fier-crom	1473...1553
8	Fier-carburi de Cr,	>1553

	Va, W	
9	Oțel inoxidabil crom, crom-nichel	1473-1553
10	Aliaje de wolfram	1673-1773

3. Generalități privind electrosinterizarea

O schemă foarte simplă de electrosinterizare este prezentată în figura 2, în care sunt reprezentate elementele principale:

- sursa de energie electrică S;
- întrerupătorul I;
- un tub T confecționat din material electroizolant;
- pulbera P, comprimată între doi cilindri conductori de curent.

Comprimarea pulberii se realizează cu o presiune specifică de peste 40 de ori mai redusă decât în cazul sinterizării clasice. Totodată, se pot realiza și piese sinterizate cu o configurație complexă, utilizând matrițe și electrozi de formă și mărime corespunzătoare.

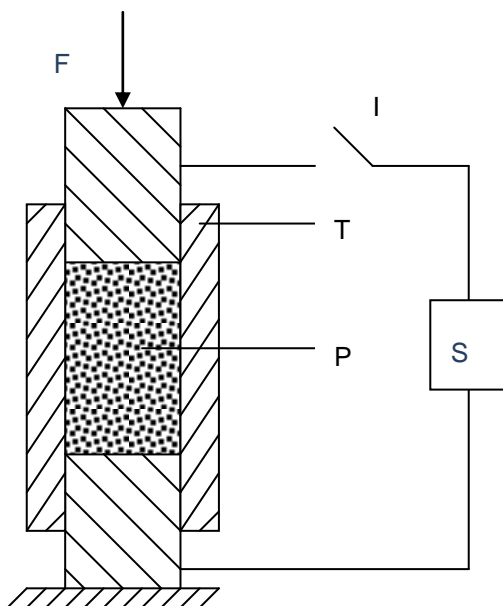


Fig. 2 Schema electrosinterizării
T-tub matriță; S-sursă electrică; I-
întrerupător; P-pulbere

4. Sinterizarea pulberilor metalice prin procedeul combinat de electrosinterizare și impulsuri de radiații optice

Având în vedere posibilitățile tehnologice și energetice ale lămpilor cu descărcare în gaz, se propune un procedeu combinat - electrosinterizare și impulsuri de radiații optice - de realizare a pieselor din pulberi metalice de formă tubulară (figura 3).

Una din direcțiile importante de dezvoltare a procedeeului propus poate fi constituită de studiul unor efecte sinergice aplicabile în procesul de electrosinterizare, efecte ce se pot obține prin asocierea aplicării câmpului electric de intensitate înaltă asupra pulberii cu efectul unui flux de energie radiantă de intensitate înaltă aplicat în impulsuri ultrascurte de ordinul milisecundelor, parametri de bază ai acestor două câmpuri fiind corelați.

Instalația de cercetare constă din următoarele părți componente (figura 3):

- matricea cilindrică formată din două componente - cilindrul exterior 7 din material dielectric și cilindrul interior 1 din sticlă de cuarț optic;

- două poansoane - poansonul mobil 6 și poansonul fix 2;

- sursa de energie radiantă 8;

- sursele de alimentare cu curent electric de intensitate înaltă 4 și de tensiune înaltă 9;

- piesele de susținere și etanșare 10 și 11.

În componența instalației intră și o presă, care în figura 3 este reprezentată prin forța F.

Poansoanele 6 și 2 sunt conectate la polii sursei de curent de intensitate înaltă 4 și sunt acționați prin intermediul întrerupătorului 5. Valoarea curentului aplicat pe poansoanele electrozi este între 0,5 și 1,0 kW/g. Durata aplicării curentului electric este de la 30 până la 150 s.

Valoarea presiunii exercitate de poansonul 6 asupra pulberii se situează între 50 și 1000 kg/cm².

Sursa de energie radiantă 8 reprezintă o lampă cu descărcare în gaz de tip IFP 800. Alimentarea sursei se efectuează de la o baterie de condensatori de tensiune înaltă cu capacitatea de 700 μF. Valoarea tensiunii debitată este între 0,2-3 kV.

Durata impulsului de energie radiantă a sursei este de 0,5 ms. Valoarea energiei radiante este de 800 J. Spectrul radiației emise se situează între 200-1000 nm cu maximul energetic în domeniul de 400-600 nm.

Instalația funcționează în modul următor: prin intermediul presei se acționează asupra poansonului 6 cu forța F aplicată pe masa de

pulbere 3 în direcția indicată. Concomitent cu aplicarea presiunii mecanice se efectuează un număr anumit de impulsuri de radiație de la sursa 8.

Puterea impulsurilor și frecvența acestora se va stabili în funcție de natura materialului pulberii, mărimea fracției pulberii și viteza de încărcare cu presiune mecanică de la poansonul 6.

În toate cazurile, puterea impulsului în această etapă este mai mică de 10^2 W/cm^2 . Prima etapă se termină cu presarea preliminară a pulberii. În continuare, prin închiderea întrerupătorului 5, curentul de amperaj mare (200 A/cm^2) de la sursa 4 trece prin masa de pulbere 3 prin intermediul poansonelor-electrozi 6 și 2.

Sursa de energie radiantă trece în alt regim de funcționare adecvat etapei respective. Puterea în impulsul radiant se mărește până la 10^3 W/cm^2 , astfel ca la sfârșitul procesului să atingă valoarea de 10^4 W/cm^2 .

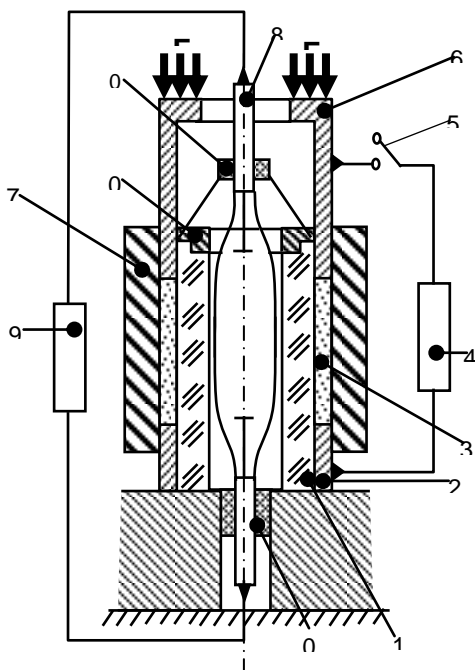


Fig. 3 Schema sinterizării combinate a pieselor tubulare, unde: 0-piese de susținere și etanșare,

1-cilindru interior; 2-poanson fix; 3-pulbere; 4-sursă de curent electric de intensitate înaltă; 5-întrerupător; 6-poanson mobil; 7-cilindru exterior; 8-sursa de energie radiantă (LDG); 9- sursă de curent electric de tensiune înaltă

În prima etapă se realizează o compactizare a pulberii de până la (60-70) %, iar în etapa a doua aceasta ajunge la valori de (90-98) %.

Densitatea (compactitatea) corpului rezultat din prima etapă, care depinde de mărimea inițială a particulelor de pulbere, de natura pulberii, de presiunea mecanică exercitată de presă, de numărul și puterea impulsurilor de energie radiantă și de densitatea curentului electric aplicat, poate fi reglată prin durata de presare.

Gradul de compactitate a masei presate la care se poate ajunge depinde de presiunea exercitată de poanson, de frecvența și puterea impulsului de energie radiantă și de valoarea curentului electric aplicat în etapa a doua. Însă, o importanță mare are și gradul de densitate obținut în prima etapă.

Un aport esențial în prima etapă îl aduce sursa de energie radiantă 8 prin formarea de unde de presiune din interacțiunea impulsurilor de radiație de intensitate înaltă și durate ultrascurte cu pulberea la absorbția acestora.

În etapa a doua, contribuția sursei 8 constă în stimularea procesului de sinterizare ce are loc sub acțiunea câmpului electric de intensitate înaltă. În faza finală a etapei a doua, sursa 8 efectuează durificarea superficială a piesei, prin stabilirea unui regim energetic maxim - 10^4 W/cm^2 .

5. Concluzii, avantaje și originalitate

■ Studiul prealabil efectuat arată că utilizarea concomitentă a câmpului electric de intensitate mare și a unui flux de lumină de intensitate mare în regim de impulsuri ultrascurte, corelate în procesul de sinterizare a pieselor fabricate din materiale metalice, reprezintă un procedeu nou în domeniu și are următoarele avantaje:

a) mărește productivitatea procesului tehnologic de fabricare a pieselor sinterizate prin micșorarea duratei acestuia;

b) concomitent cu sinterizarea se efectuează durificarea suprafeței piesei sinterizate.

■ Tratamentele termice superficiale cu radiații electromagnetice extind aria de utilizare a procedeelor de prelucrare termică (sudarea, tăierea, găurirea, alierea, depunerea de pelicule protectoare, lustruirea suprafețelor metalice, curățirea suprafețelor metalice de defecte etc.), constituind o direcție de cercetare științifică și aplicabilitate tehnologică de actualitate, atât prin noile rezultate ce apar la nivel mondial, cât și prin avantajele tehnico-economice pe care le prezintă.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Cojocaru, M., *Producerea și procesarea pulberilor metalice*, Editura MatrixRom, București, 1997.
- [2] Arhipov, V.E., Ablav, A.A., Crasnov, V.L.T., *Fizico-mehaniciskie harakteristichi pocrâtii naplavlennâh lazernâm izluceniem*, Svarocincoe proistvodstvo, 1992, nr.1, p.18-20.
- [3] Brajnicov, A.E., Ionov, R.N., Minaev, V.P., Mitauăr, S.Ia., Turcov, Iu.G., *Poverhnostnaia zacalca izluceniem impulsnoi lampâ*, in Svetotehnica, 1989, Nr. 29.
- [4] Gheguzin, I.E., Kononenko, V.G., *Plasticscoe samopresovanie poroșcov*, in Docladâ AN SSSR-1981.-256NI.
- [5] Nederiță, V.V., Cuciuc, F.V., *Despre eroziunea suprafețelor solide condiționate de explozia termică*, Conferința Națională de Termotehnică, Ed. V, Cluj-Napoca 25-27 mai 1995.
- [6] Șchiliov, V.D., Nederiță, V., ș.a., *Durificarea prin metoda termică a suprafețelor din metal cu impulsuri de lumină necoerentă*, Sesiune practico-științifică regională pe tema "Lasarii în economia națională și în cercetările științifice". Teze. Celiabinsc. 1990. (Rusia).
- [7] Velikih, V.S., Goncareenco, V.P., Kartavțev, V.S., ș.a., *Impulisanaia lazernaia zacalca tehnologhicescogo instrumenta*, in Electronnaia promâșlennosti, 1976, nr.1, p. 64-67.
- [8] Amza, G., ș.a., *Tratat de tehnologia materialelor*, Editura Academiei Române, București, 2002.
- [9] Urdaș, V., *Sintermatrițarea*, Editura Universității "Lucian Blaga" din Sibiu, 2003.

Col. conf. univ. Dr. Ing. Ioan VIRCA
membru AGIR, e-mail: virca_ioan@yahoo.com

Conf. univ. Dr. Ing. dipl. Silviu Mihai PETRIȘOR
membru AGIR, e-mail: silviumihai_petrisor@yahoo.com

Academia Forțelor Terestre „Nicolae Bălcescu” din Sibiu