



A XII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2012

INFLUENȚA PARAMETRILOR DE SINTERIZARE ASUPRA DURITĂȚII SINTERIZATELOR DIN PULBERE DE FIER DWP 400

Cristian SUCIU, George ARGHIR, Liviu BRÂNDUȘAN

INFLUENCE OF SINTERING PARAMETERS ON THE HARDNESS OF IRON POWDER DWP 400 SINTERED PARTS

The present paper is focused on the hardness of iron powder DWP 400 parts sintered in endogas. The effect of sintering parameters is studied. There were prepared cylindrical specimens pressed at 600 MPa and sintered in endogas at the temperature of 1120 °C and 900 °C for 30/60 minutes. Sintered specimens were analyzed by optical microscopy, micro-hardness test and macrohardness measurements. Increasing the temperature and duration of sintering leads to a linear increase of hardness of specimens, influencing strongly the density and the microstructure.

Cuvinte cheie: sinterizare, duritate, pulbere fier
Keywords: sintering, hardness, iron powder

1. Introducere

În ultimii ani, producția de componente prin metode specifice metalurgiei pulberilor (P/M) a crescut mult, utilizându-se pe scară largă și în industria constructoare de automobile [1].

În prezent producătorilor de componente sinterizate li se cere o îmbunătățire a caracteristicilor mecanice ale produselor pentru a putea servi diferitelor aplicații din industrie. Cel mai frecvent se vorbește de o creștere a densității și durității pieselor produse [2].

Pentru a obține o densitate și duritate ridicată va fi nevoie de presiune de compactizare ridicată ceea ce din punct de vedere economic nu se justifică întotdeauna. Astfel e de preferat, din motive economice și tehnice să se ajungă la o densitate cât mai mare cu cea mai mică presiune posibilă [3], [4].

Aceste cercetări au avut drept scop stabilirea influenței pe care o are temperatura și durata de sinterizare asupra sinterizatorilor din pulbere de fier.

2. Rezultate și discuții

În cercetări s-a utilizat pulbere de fier DWP 400, produsă de Hoeganaes Corporation Europe, Buzău, România.

Caracteristicile pulberii de fier DWP 400.

Compoziția granulometrică s-a determinat prin cernere pe site conform normelor SR EN 2449, tabelul 1.

Tabelul 1

Compoziția granulometrică, μm	<63	63-71	71-80	80-100	100-125	125-250	250-315	>315
Refuz, [%]	28,1	4,8	3,5	19,2	19,1	24,6	0,4	0,3

Densitatea aparentă s-a calculat conform normelor SR EN 23923, tabelul 2. Capacitatea de curgere s-a determinat conform ISO 4490, folosind un flowmetru cu diametrul pâlniei de 2,54 mm, tabelul 2.

Tabelul 2

Sort pulbere	Densitatea aparentă, $[\text{g}/\text{cm}^3]$	Fluiditatea, $[\text{sec}/50\text{g}]$
DWP 400	2,60	43,29

Compoziția chimică este redată în tabelul 3.

Tabelul 3

Sort pulbere	C, [%]	S, [%]	Mn, [%]	O, [%]	Fe, [%]
DWP 400	0,002	0,020	0,131	0,17	rest

Pentru analiza microstructurii pulberii de fier s-au înglobat în rășină mostre de pulbere.

Probele au fost apoi șlefuite și atacate chimic în vederea realizării de microfotografii.

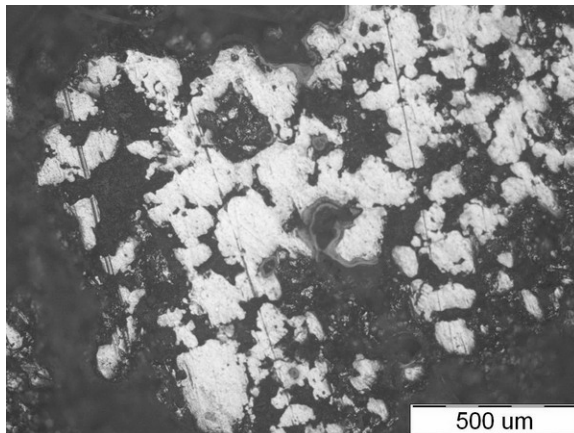


Fig.1 Microstructura pulberii fier grobă înglobate în rășină. Nital 3%

Din figura 1 se poate observa că pulberea de fier are particule de formă neregulată predominând cele de 125-250 μm și cele sub 50 μm . Pe probele de pulberii înglobate în rășină s-au făcut măsurători de microduritate pe un microscop cu microdurimetru Carl Zeiss Neophot 2, tabelul 4.

Tabelul 4

Sort pulbere	Constituent	Microduritate, $HV_{0,02}$
DWP 400	Ferită	162-200

În vederea presării pulberea a fost dozată gravimetric, astfel încât înălțimea pastilelor presate la diferite presiuni să rezulte aproape aceiași și să reprezinte 0,5-0,6 din diametrul cavității matriței. Presarea pastilelor s-a făcut uniaxial, bilateral prin aplicarea unei forțe statice (precizia de măsurare a forței de presare = ± 5 daN), într-o matriță de oțel (C120) călit, cu diametrul cavității de 11,28 mm, căruia îi corespunde o suprafață de 1 cm^2 . Presiunea de compactare a fost 600 MPa. Numărul total de probe (pastile) a fost de 3.

După sinterizare s-a calculat densitatea probelor, tabelul 5.

Tabelul 5

Nr.	Înălțime, [mm]	Diametru, [mm]	Dens. crud, [g/cm ³]
A	6,89	11,32	6,92
B	6,87	11,32	6,94
C	7,13	11,32	6,90

Pentru studiul durtății probele presate anterior au fost sinterizate. Sinterizarea probelor s-a făcut la temperaturi de 900 °C și respectiv 1120 °C. Atmosfera de sinterizare a fost endogaz (32 % H₂, 23 % CO, 0-0,2 % CO₂, 0-0,5 % CH₄, rest N₂) având punctul de rouă de +8 °C. Durata de încălzire a fost de 30 minute, durata de sinterizare a fost de 30/60 minute iar durata de răcire de 60 minute.

După sinterizare s-a calculat densitatea probelor și s-a măsurat durtatea Brinell, tabelul 6.

Tabelul 6

Nr.	Temp. sint., [°C]	Durata, [min]	Înălțime, [mm]	Diam., [mm]	Dens., [g/cm ³]	Durtate HB
A	1120	30	6,88	11,31	6,94	60
B	1120	60	6,86	11,32	6,95	71
C	900	30	7,12	11,30	6,93	50

Durtatea s-a măsurat cu un durimetru Brinell cu forța de 31,25 kPa și bila de diametru 2,5 mm, timp de 10 secunde.

Din măsurătorilor efectuate se observă o variație a densității după sinterizare și a durtății în funcție de parametrii de sinterizare

Durtatea probelor din pulbere de fier crește odată cu creșterea temperaturii de sinterizare. Creșterea duratei de menținere la sinterizare de la 30 la 60 minute, pentru probele sinterizate la 1120 °C, determină o creștere mai mică a durtății în comparație cu ridicarea temperaturii de la 900 °C la 1120 °C.

Creșterea durtății sinterizatorilor odată cu mărirea temperaturii de sinterizare se datorează:

- difuziei care are loc la o viteză mai mare, ea fiind activată de temperatură;
- apariției fenomenului de curgere plastică ce duce la un grad mai ridicat de densificare;
- netezirii și rotunjirii porilor scăzând astfel tensiunile;
- creșterii punților intergranulare cu temperatura.

Durata de sinterizare influențează în mai mică măsură intensitatea procesului de sinterizare și gradul de densificare este mai

mic deci implicit și duritatea [5], [6]. În acest caz difuzia are loc mai în profunzime având o perioadă mai mare de activare.

Pentru investigarea metalografică probele au fost șlefuite și apoi atacate chimic cu 3 % Nital. Analiza și fotografierea s-a făcut pe un microscop Olympus GX51. Microduritatea $HV_{0,02}$ a fost măsurată pe un microscop cu durimetru Carl Zeiss Neophot 2.

Microstructura probei B sinterizată în endogaz la 1120°C timp de 60 minute este prezentată în figura 2.

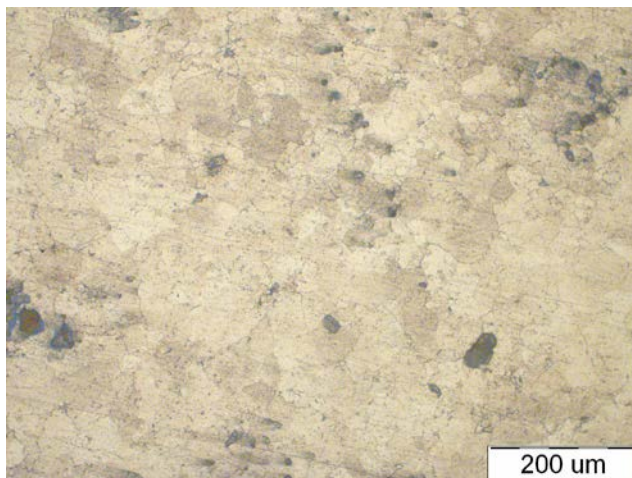


Fig. 2 Microstructura probei B sinterizată 60 min la 1120°C . Nital 3%

Microstructura probei din pulbere de fier, figura 2, prezintă o suprafață de particule de fier sinterizate. Constituentul structural predominant este ferita ce apare sub formă de grăunți poliedrici. De asemenea se pot observa mici zone negre ce corespund unor mici pori rămași după sinterizare

După determinarea valorilor de microduritate a constituenților structurali pe probele studiate s-a confirmat formarea structurii feritice după sinterizare fiind măsurate valori de 165-178 unități $HV_{0,02}$

3. Concluzii

Din rezultatele experimentale se pot trage următoarele concluzii:

- creșterea temperaturii de sinterizare de la 900 la 1120 °C duce la o creștere a dunității;
- dublarea duratei de sinterizare de la 30 la 60 min are ca efect o creștere în dunitate dar de o valoare mai mică decât în cazul măririi temperaturii de la 900 la 1120 °C;
- probele au înregistrat o creștere în densitate după sinterizare de până la 1%;
- microstructura probelor după sinterizare este predominant feritică prezentând mici pori.

ACKNOWLEDGMENT: This paper was supported by the project "Doctoral studies in engineering sciences for developing the knowledge based society-SIDOC" contract no. POSDRU/88/1.5/S/60078, project co-funded from European Social Fund through Sectorial Operational Program Human Resources 2007-2013.

BIBLIOGRAFIE

- [1] German, R.M., *Powder Metallurgy Science*; 2nd ed. Metal Powder Industries Federation, NJ, USA, 1994.
- [2] Molins, C., *Update on the status of high performance P/M steels*, Proc. RoPM 2005, vol. 1, Sinaia, Romania, 2005, pag. 5-16.
- [3] Hoganas, Handbook, *Material and powder Properties*, vol. 1, Hoganas, Sweden, 2004.
- [4] Hoganas, Handbook, *Production of sintered components*, vol. 2, Hoganas, Sweden, 2004.
- [5] Hoganas, Handbook, *Design and mechanical properties*, vol. 3, Hoganas, Sweden, 2004.
- [6] Vida-Simiti, I., *Proprietăți tehnologice în metalurgia pulberilor*, Editura Enciclopedică, 1999.

Drd.Ing. Cristian SUCIU

Facultatea de Știința Materialelor și Ingineria Mediului, Universitatea Tehnică din Cluj Napoca, membru AGIR

e-mail: suciucristianteo@yahoo.com

Prof.Dr. fiz. Ing. George ARGHIR

Facultatea de Știința Materialelor și Ingineria Mediului, Universitatea Tehnică din Cluj Napoca, membru AGIR

e-mail: georgearghir@hotmail.com

Prof.Dr.Ing. Liviu BRÂNDUȘAN

Facultatea de Știința Materialelor și Ingineria Mediului, Universitatea Tehnică din Cluj Napoca, membru AGIR

e-mail: liviu.brandusan@staff.utcluj.ro