

**UTICAJ VRSTE I KONCENTRACIJE MAZIVA NA
KOMPRESIBILNOST I ČVRSTOĆU OTPRESAKA DOBIJENIH
AKSIJALNIM PRESOVANJEM METALNOG PRAHA U KALUPU**

**INFLUENCE OF THE LUBRIKANT TO PRESSING
CONDITIONS OF METAL POWDERS AND MECHANICAL
PROPERTIES OF THE COMPACTS**

STJEPAN PANIĆ¹, ZAGORKA AĆIMOVIĆ-PAVLOVIĆ²
LJILJANA TRUMBULOVIĆ¹

¹*Viša poslovno tehnička škola-Užice,*
²*Tehnološko-metalurški fakultet-Beograd*

Primljeno: 02. 12. 2005.

IZVOD

Određeni efekti, dodavanja različitih vrsta i koncentracije maziva metalnom prahu, mogu se razmotriti preko većeg broja karakteristika. Najznačajnije su: prividne gustine smeše, tečljivost, kompresibilnosti (sabijanja i zgušnjavanja), distribucije gustine po preseku otpreska, čvrstoće i elastičnosti sirovog otpreska, veličine trenja (sile presovanja i izbijanja) i veličine habanja kalupa. U ovom radu izvršena su ispitivanja koja imaju za cilj da pokažu uticaj vrste i koncentracije maziva na uslove aksijalnog presovanja metalnog praha i osobine otpresaka, u tehnologiji izrade sinterovanih metalnih delova.

Ključne reči: metalni prah, presovanje, mazivo, sinterovanje, kvalitet

ABSTRACT

Certain effects, additions of different types and concentrations of lubricants to metal powder, can be considered through numerous characteristics. In this paper investigations were performed which had as a goal to point to the influence of lubricant type and concentration on metal powder pressing conditions and the pressed piece characteristics in the technology of the sintered metal parts manufacturing.

Key words: metal powder, pressing, lubricant, sintering, quality

UVOD

Da bi se postigla zadata gustina otpreska i smanjilo trenje i habanje radnih elemenata alata tokom presovanja i izbijanja otpreska iz kalupa, potrebno je primeniti neki od načina podmazivanja. Dodatak tečnih maziva u prahove ili

kalup stvorilo bi velike teškoće jer se ne bi zadržala povoljna tečljivost praha, a pri tome se ne bi moglo garantovati zadovoljavajuće punjenje kalupa. Zato se isključivo koriste razdeljive čvrste čestice maziva u vidu praha. Takva maziva, kao aditivi, moraju posedovati određen kompleks karakteristika vezanih za različite zahteve koji se javljaju u procesu presovanja. Neki od tih zahteva su međusobno suprotni, što ima za posledicu da se izbor tipa i količine maziva često vrši empirijski ili analogijama. [1-5].

Mazivo u prahu se dodaje osnovnom metalnom prahu (koji može biti čist ili sa legirajućim komponentama), a zatim se meša u pogodnim mešalicama. U procesu presovanja mazivo se, zajedno sa metalnim prahom, izlaže pritisku presovanja. Tokom sinterovanja već u prvoj fazi (pedsinterovanje) mazivo ispari na temperaturi do 550°C, ne ostavljajući nikakve tragove na sinterovanom delu.

Količina maziva se dodaje u različitim procentualnim (masenim) iznosima, u odnosu na količinu metalnog praha, a obično se ta koncentracija kreće od 0,5-1,0%.

Izučavanja fenomena podmazivanja metalnih prahova su brojna i raznovrsna, a zaključci koji se iz njih mogu izvući su različiti po svom značenju, ili zbog nepotpune karakterizacije materijala ili zbog mogućih interakcija između različitih maziva i metalnih prahova, odnosno alata. Zato je za karakterizaciju određene vrste maziva, vrste metalnog praha i alata uvek najsigurnije eksperimentalnim putem definisati uticaje i zakonitosti. [6-9].

Odredjeni efekti dodavanja različitih maziva metalnom prahu, mogu se razmotriti preko sledećih karakteristika: vrste maziva, prividne gustine smeše, tečljivosti, kompresibilnosti (sabijanja i zgušnjavanja), distribucije gustine po preseku otpreska, čvrstoće i elastičnosti

EKSPERIMENTALNI RAD I DISKUSIJA REZULTATA

1.1 Osnovne vrste maziva za podmazivanje metalnih prahova

Shodno osnovnim zahtevima metalurgije praha, izvršeni su eksperimenti koja imaju za cilj da ukažu na značaj uticaja vrste i koncentracije maziva na režim presovanja i mehaničke osobine otpresaka. Eksperimentalno je ispitivan uticaj vrste i koncentracije maziva na kompresibilnost i čvrstoću otpreska. Na ovaj način se, ustvari, vrše prethodna istraživanja koja opredeljuju režime presovanja praha i stvaranje uslova za ocenu mehaničkih osobina otpresaka i izbor triboelemenata, alat-otpresak.

Paralelno sa razvojem metalurgije praha činjeni su napor i za razvoj maziva. Ranije su bila primenjivana sredstva kao što su: stearinska kiselina, oleinska kiselina, soli na bazi ovih kiselina, parafin, molibdensulfid, grafit, polivinilski špiritus, glicerol, kamfor i dr. Danas su najčešće korišćena maziva:

cinkstearat, metalub i kenolub, koja su primenjena i u ovim eksperimentima. Po svojstvima to su:

- Cink stearat je mešavina viših masnih kiselina i najčešće se dobija precipitacijom ili fizijom.
- Metalub predstavlja nadgradjeni cink stearat pri čemu je sadržaj cinka smanjen na 9%.
- Kenolub je najnovije razvijeno mazivo. To je u osnovi amidni vosak sa dodatkom cink stearata i maksimalnim sadržajem do 2% cinka kao metala.

Karakteristike ovih maziva su date u tabeli 1.

Tabela 1 - Pregled karakteristika maziva primenjenih u eksperimentima

Red. broj	Vrsta i naziv maziva	Tačka topljenja /°C/	Srednja veličina čestica /μm/	Prividna gustina /g/cm ³ /
1.	Cink stearat (CS)	115	5	0.258
2.	Meatlub (M)	118	30	0.29
3.	Kenolub (K)	100-140	30	0.35

1.2. Priprema i presovanje smeša praha u cilju određivanja kompresibilnosti i čvrstoće sirovog otpreska

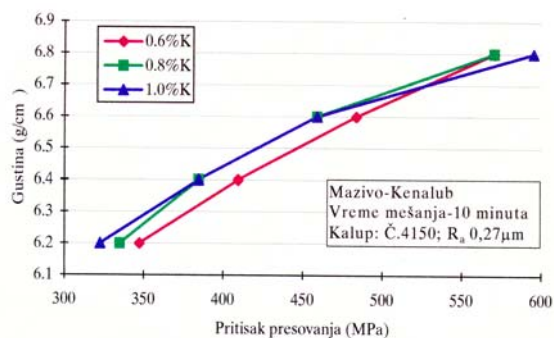
Za izvodjenje svih eksperimentalnih istraživanja bilo je potrebno formirati odgovarajuće mešavine Fe praha i maziva. Primenjene su sve tri vrste maziva date u tabeli 1. i varirane njihove koncentracije (u granicama koje se koriste u industrijskim uslovima), odnosno procentualni sadržaji koji su dodavani ukupnoj količini Fe praha.

Nakon merenja odgovarajućih količina maziva i Fe praha vršeno je njihovo mešanje u duplokonusnoj mešalici (zapremine 15 l). Vreme mešanja je bilo 10 minuta. Smeše praha sa mazivom presovane su na laboratorijskoj hidrauličnoj presi (tipa *Zim-Armavir* maksimalne sile od 1250 kN proizvedene u SSSR-u). Kalup za presovanje je izradjen od čelika Č4150 (srednje hrapavosti površine $Ra=0.27\mu m$), koji daje dimenzije uzoraka (epruveta) površine presovanja $31,75 \times 12,7 = 403,2 \text{ mm}^2$.

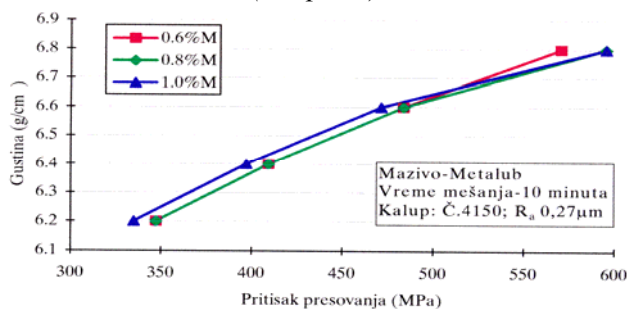
Otpresci su presovani sa visinom od 5 mm, i varirana je njihova gustina iz intervala primenjivanih u proizvodnim uslovima (6,2; 6,4; 6.6 i 6.8 g/cm³). Smeše praha su formirane od sve tri vrste maziva sa različitim koncentracijama maziva (0,6; 0,8 i 1.0%). Od svake smeše i za svaku gustinu presovano je po 5 komada otpresaka čije su prosečne aritmetičke vrednosti činile rezultate koji su prikazani na dijagramima slika 1-9.

1.3. Rezultati eksperimentalnog odredjivanja kompresibilnosti smeše praha

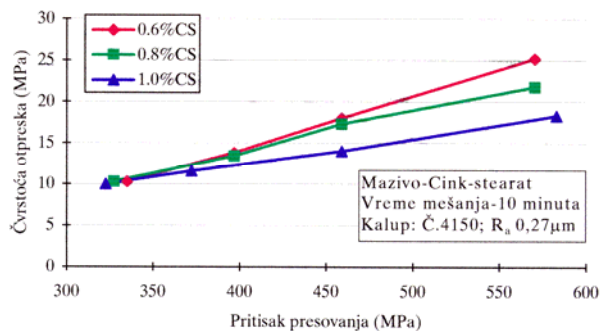
Na osnovu rezultata merenja formirani su grafici (slike 1, 2 i 3). Ovi grafici pokazuju zavisnost gustine otpreska od pritiska presovanja za različite vrste i procentualne količine maziva.



Slika 1 - Zavisnost gustine otpreska od pritiska presovanja (uzorak K)
Figure 1 - Dependence of the pressed piece density on the pressing pressure (sample K)



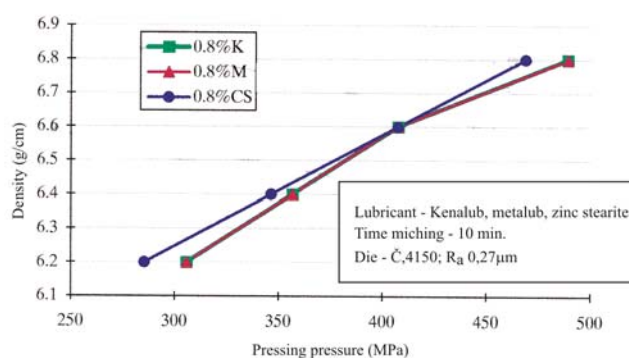
Slika 2 - Zavisnost gustine otpreska od pritiska presovanja (uzorak M)
Figure 2 - Dependence of the pressed piece density on the pressing pressure (sample M)



Slika 3 - Zavisnost gustine otpreska od pritiska presovanja (uzorak CS)
Figure 3 - Dependence of the pressed piece density on the pressing pressure (sample CS)

Na sva tri dijagrama je uočljivo da veća koncentracija maziva do određene gustine, odnosno, određenog pritiska presovanja, povećava kompresibilnost smeše. Prelaskom te gustine veća koncentracija maziva pogoršava kompresibilnost. Ta prelazna faza se nalazi na nivou gustine 6,6-6,7 g/cm³, što se vidi sa slika 1, 2 i 4. Ova zapažanja su u saglasnosti sa opisanim ponašanjem povećanog prisustva maziva u smeši praha. Razlozi za ovo su u nestišljivosti maziva.

Na slici 4. formiran je grafik u kome se poredi kompresibilnost mešavina praha u kojim su različita maziva. Najveća kompresibilnost se postiže primenom cink stearata.



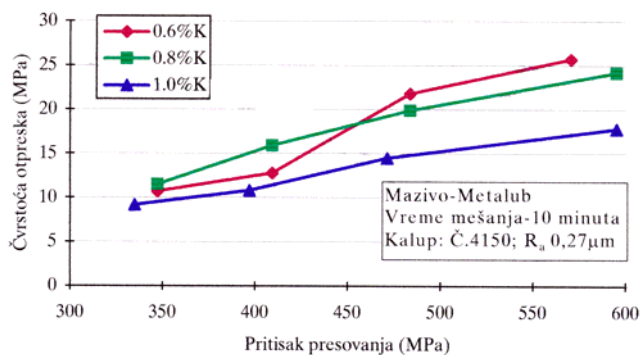
Slika 4 - Zavisnost kompresibilnosti mešavine praha od vrste maziva
Figure 4 - Dependence of the compressibilities of powder blends on various lubricants

1.4. Rezultati eksperimentalnog određivanja čvrstoće sirovog otpreska

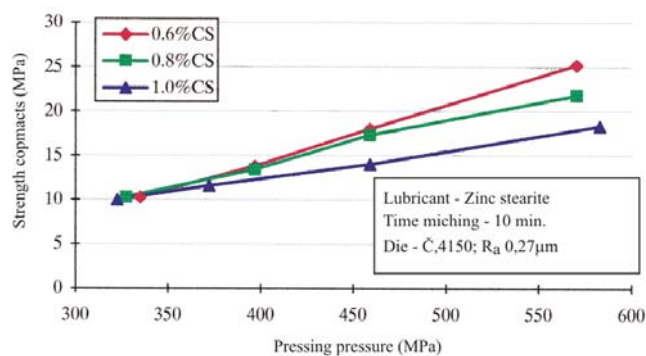
Ispitivanje čvrstoće sirovog otpreska je najvažnije mehaničko ispitivanje otpreska. Ovo ispitivanje se vrši prema standardima JUS C.A4.058. (1990) odnosno ISO 3995. (1985).

Prema navedenim standardima na specijalnoj hidrauličnoj presi Walter-Bai (koja ima dve merne skale 1000N i 5000N) izvršen je test uzorka na lom, odnosno čvrstoću savijanja. Formirani su prosečni rezultati kao aritmetička sredna pet merenja. Na osnovu ovih rezultata formirani su grafici na slikama 5, 6 i 7, koji prikazuju zavisnost čvrstoće otpreska (za sva tri maziva) od pritiska presovanja. U cilju poredjenja uticaja različitih vrsta maziva na čvrstoću sirovog otpreska formirani su dijagrami na slikama 8 i 9. Iz ovih dijagrama se vidi da najveću čvrstoću otpreska daju smeše praha na bazi kenoluba kao maziva.

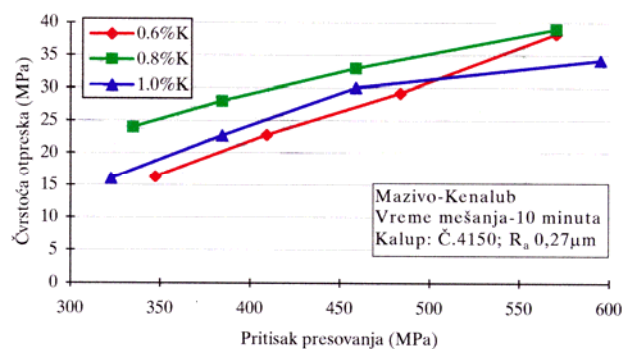
Rezultati ispitivanja uticaja pojedinih vrsta i koncentracija maziva na kompresibilnost i čvrstoću otpreska prikazani su na sl. 5, 6, 7.



Slika 5 - Zavisnost čvrstoće otpreska od pritiska presovanja (uzorak M)
Figure 5 - Dependence of the strength of the pressed piece on the pressing pressure (M)

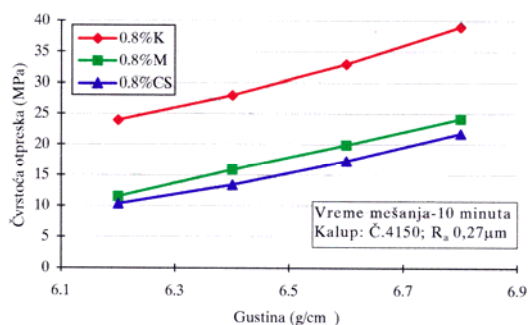


Slika 6 - Zavisnost čvrstoće otpreska od pritiska presovanja (uzorak CS)
Figure 6 - Dependence of the strength of the pressed piece on the pressing pressure (CS)

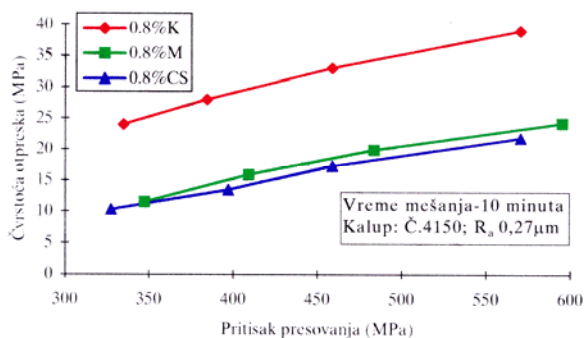


Slika 7 - Zavisnost čvrstoće otpreska od pritiska presovanja (uzorak K)
Figure 7 - Dependence of the strength of the pressed piece on the pressing pressure (K)

Na slikama 8. i 9. prikazana je zavisnost čvrstoće otpreska od pritiska presovanja . Vidi se da najveću čvrstoću imaju otpresci sa mešavinom praha i maziva Kenolub.



Slika 8 - Zavisnost čvrstoće otpreska od pritiska presovanja (K,M,CS)
 Figure 8 - Dependence of the strenght compact of the presing pressure (K, M, CS)



Slika 9 - Zavisnost čvrstoće otpreska od gustine (uzorci K, M, CS)
 Figure 9 - Dependence of the strenght compact on the density (K, M, CS)

ZAKLJUČAK

Eksperimentalna istraživanja i njihovi rezultati u ovom radu su ukazali na sledeće:

- Povećanjem koncentracije maziva za gustine do 6,6-6,7 g/cm³ povećava se kompresibilnost smeše praha odnosno otpreska. Prelaskom gustine 6,6-6,7 g/cm³ veća količina maziva pogoršava kompresibilnost. Razlozi za ovo se nalaze u nestišljivom ponašanju maziva kod povećanih pritisaka presovanja.
- Čvrstoća sirovog otpreska se smanjuje povećanjem koncentracije maziva.

- Različite vrste maziva imaju različit uticaj na čvrstoću sirovog otpreska. Najveću čvrstoću otpreska daju smeše praha na bazi kenaluba kao mazivo.
- Narednim istraživanjima je potrebno proširiti intervale koncentracije maziva tražiti optimalne relacije uključujući sve ispitivane varijable.

LITERATURA

- [1] S. Panić, Istraživanje procesa habanja alata za presovanje metalnog praha pri izradi sinterovanih delova, doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Beograd, (1996).
- [2] F. G. Bocchini, A. Gallo, La Lubrificazione nella pressatura della polveri metalliche Couvgn AIM sulla Tribologia, Napoli (1983).
- [3] O. Thomblad, Influence of Raw Material on the Productivity in Powder Metallurgy, Hegan PM Iron Powder Information, Hegan, (1982).
- [4] A. S. Kvist, Mixing of Irons powders and lubricants, Hegan Report N.PM 75-11 Hegan, (1975).
- [5] G. Bockstigel, O. Svensson, The Influence of Lubricatin, Die Material and Tool Design upon Die-Wear in The Compating of Iron Powders, MDIPM-4, Ed. Hausner H., Plenum Pres, New York-London, (1971)., p.87.
- [6] M. Mitkov, D. Božić, Z. Vujović, "Metalurgija praha", Institut Vinča - Beograd, (1998).
- [7] M. Đuričić, Z. Aćimović-Pavlović, "Investigation of mathematical relations between technological parameters and properties of cold-sintered iron", Advanced Science and Technology of sintering, edited by Stojanović and all, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York (1999), p.565-568.
- [8] D. Drndarević, M. Đuričić: "The modeling process of sintering by neuron grates." Fundamental problems of sintering, Belgrade School of Sintering, Proceedings, p. 33-36 (2003)
- [9] M. Ristić: "Principi nauke o materijalima", BIGZ, Beograd, (1993).