

**UTICAJ KVALITETA POLAZNIH SIROVINA NA KVALITET
VATROSTALNOG POSUĐA ZA LABORATORIJE**

**THE INFLUENCE QUALITY OF ORIGIN ROW MATERIALS ON THE
QUALITY OF FIRE RESISTANCE LABORATORY VESSELS**

**Ljubiša Mišić, dipl.inž., Sasa Ivanović, dipl.inž.,
Tatjana Apostolovski-Trujić, dipl.inž.,
Dragan Marković dipl.inž.
Institut za rudarstvo i metalurgiju
Bor
Srbija**

REZIME

Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, 2004. godine, započeo je proizvodnju vatrostalnog laboratorijskog posuđa, ne samo za sopstvene potrebe već i za potrebe ostalih laboratorija u Srbiji i Federaciji Bosne i Hercegovine. Ovi proizvodi (kupele i lonci) odlikuju se zahtevanim kvalitetom i termostabilnošću i izrađeni su od kvalitetnih materijala postupkom presovanja. Kupele i lonci testirani su na hemijsku stabilnost i druge uslove u postojećim laboratorijama. Pomenuti proizvodi se izrađuju po standardu i u širokom asortimanu veličina i oblika. U nedostatku kvalitetnih glina Institut IRM u Boru je sačinio program za oplemenjivanje glina iz postojećih nalazišta u smislu povećanja sadržaja aluminata u njima. Takođe su primenjena i druga poboljšanja, smanjenja sadržaja Fe_2O_3 pre svega.

Ključne reči: kupele, glineni lonci, kupelaciona analiza zlata

SUMMARY

In 2004, Mine and Metallurgy Institute (MMI) Bor started with hard magnesite and burned clay crucibles production for fire assaying analyses but not for own laboratory only and for the others laboratories in Serbia and Bosnia and Herzegovina Republic. These cupels and crucibles are desired as high quality and temperature resistance products and will be made of very fine-grained materials and tightly compressed. The cupels and crucibles are tested for resistance to chemical corrosion and for all others conditions by actual Laboratory service. These high resistance vessels come in a great standard variety of shapes and sizes. In short supplies of quality clays, the high level dignity program is made by MMI Institute Bor to product more content alumina and minimize Fe_2O_3 in it.

Key words: hard magnesite cupel, burned clay crucible, fire assaying analyze

1. UVOD

Za potrebe istraživanja i kontrole procesa u okviru pojedinih pogona RTB Bor, laboratorija Instituta za rudarstvo i metalurgiju u Boru uradi godišnje oko 10 000 analiza sadržaja plemenitih metala u rudi, koncentratima i međuproduktima procesa flotacije, topljenja i elektrolize.

Za realizaciju ovih analiza godišnje se utroši oko 5 000 kupela i isto toliko lonaca za kupelaciju, različitih veličina. Obzirom na visoku cenu laboratorijskog posuđa koje nude domaći proizvođači, Institut za rudarstvo i metalurgiju u Boru teži sopstvenoj proizvodnji. Postavljanje mini-proizvodne linije za izradu kupela i lonaca, iz reciklaže otpadnih vatrostalnih opeka iz metalurških pogona, zadovoljilo bi u potpunosti sopstvene potrebe laboratorije, ali i potrebe ostalih pogona u okviru RTB-Bor koji su korisnici sličnih vatrostalnih proizvoda. Daljim sagledavanjem, asortiman ovih proizvoda se može proširiti prema zahtevima ostalih laboratorija u zemlji.

2. PROIZVODNI PROGRAM

Kupele i lonci za dokimastično određivanje sadržaja plemenitih metala treba da odgovore sledećim zahtevima:

- o otpornost na visoku temperaturu bez omekšavanja,
- o otpornost na temperaturne promene,
- o otpornost na hemijsko delovanje supstanci kojima su izloženi u toku rada,
- o nepropustljivost za supstance koje se stapaju u njima i za produkte sagorevanja.

Godišnja proizvodnja kupela i lonaca, u Laboratoriji za izradu vatrostalnog posuđa Instituta za rudarstvo i metalurgiju je preko 1000 komada u različitim oblicima i veličinama.

Na slici 1 prikazan je proizvodni program Laboratorije za izradu vatrostalnog posuđa IRM Bor.



Slika 1. Proizvodni program Laboratorije za izradu vatrostalnog posuđa, IRM Bor

2.1. Šamotni lonci

Lonci se koriste za topljenje u elektro peći. Osnovna sirovina za proizvodnju lonaca je šamot - termički obrađena glina, sastava: 50-60 % SiO_2 , 25-40% Al_2O_3 i 0,2-2% Fe_2O_3 .

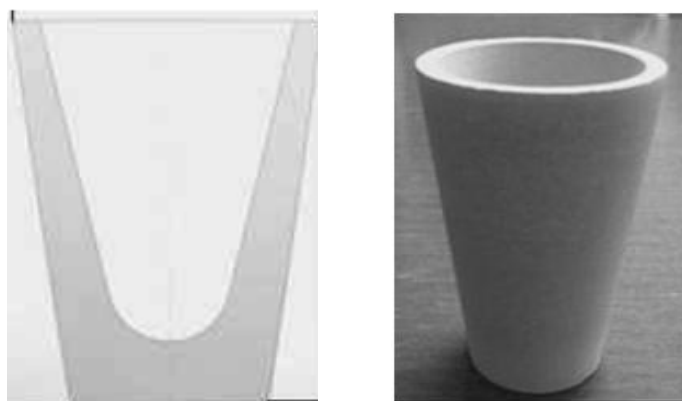
Bitna karakteristika lonaca ogleda se u odgovarajućem odnosu visine i debljine zida, čime se ostvaruje maksimalno moguća korisna zapremina. Osnova lonaca je široka, a visina takva da oni mogu stabilno stajati na podu peći tokom procesa topljenja.

Najčešće karakteristične veličine su: A, B, H, težina i zapremina. U Laboratoriji za izradu vatrostalnog posuđa proizvode se lonci oznaka L-100 i L-190, koji se najčešće koriste u laboratoriji za ispitivanje Instituta za rudarstvo i metalurgiju. Karakteristične veličine lonaca su prikazane u tabeli 1:

Tabela 1. Karakteristične veličine šamotnih lonaca

Oznaka	A mm	B mm	H mm	Masa g	Zapremina cm ³
L-100	82	52	100	482	150
L-190	130	82	190	1570	600

Lonci koji su izrađeni od gline sa malim sadržajem slobodnog silicijuma i od pečene gline iste vrste imaju veću temperaturnu i hemijsku stabilnost od onih koji su izrađeni od peska i gline ili od gline sa povećanim sadržajem slobodnog silicijuma. Lonci su testirani na hemijsku stabilnost u laboratoriji Instituta. Izgled lonca oznake L-100 prikazan je na slici 2.



Slika.2. Izgled lonca oznake L-100

3. TEHNOLOŠKI POSTUPAK IZRADE KUPELA I LONACA

Tehnološki postupak izrade kupela i lonaca sastoji se od nekoliko faza:

1. priprema mešavine
2. presovanje
3. sušenje
4. pečenje

3.1. Priprema mešavina

Polazne sirovine poznatog sastava mešaju se u određenom odnosu, homogenizuju se uz dodatak vode (kvašenje) i dobijena smesa koristi se za izradu kupela i lonaca.

3.2. Presovanje

Homogenizovana polusuva mešavina podvrgava se procesu presovanja na hidrauličnim presama. U Laboratoriji za izradu vatrostalnog posuđa Instituta za rudarstvo i metalurgiju primenjuje se proces tzv. suvog presovanja za mešavine sa 5-8 % vlage. Pod dejstvom primenjenog pritiska dolazi do zgušnjavanja keramičke mase i formiranja oblika prema kalupu.

Za presovanje kupela koristi se mala hidraulična presa sile pritiska do 160 bar (oko 12 t), dok se za presovanje lonaca koristi velika hidraulična presa pritiska do 100 t (slika 3 a, b)



a)



b)

Slika 3. Presa za presovanje lonaca

3.3. Sušenje

Po završenom oblikovanju, keramički predmeti sadrže izvesnu količinu vlage. Svaki predmet izrađen od glinenih masa mora se pre pečenja dobro i pravilno osušiti. Sušenje je potrebno da ne bi došlo do suviše velikog i naglog isparavanja vlage iz predmeta koji se peku, što bi moglo dovesti do loma.

Nakon procesa prirodnog sušenja koje traje, zavisno od vrste proizvoda, do 15 dana, pristupa se sušenju proizvoda u sušnici. Sušenje u sušnici vrši se na temperaturi oko 200 °C.

3.4. Pečenje

Pečenje je najvažniji proces u tehnologiji keramike kojim se dobija finalni keramički proizvod. Tokom pečenja dolazi do niza fizičko-hemijskih promena u samom proizvodu. Proizvodi posle pečenja očvršćavaju, smanjuju se dimenzije i dolazi do porasta gustine. Očvršćavanje i zgušnjavanje su rezultati procesa sinterovanja pod kojim se podrazumeva promena kontakta između čestica. Ispunjavanje praznih prostora tzv. pora masom odvija se pod dejstvom difuzije, isparavanja i kondenzacije materijala i viskoznog tečenja rastopa koji nastaje na visokim temperaturama. Tako se dobijaju mehanički jači i hemijski otporniji proizvodi manje poroznosti i veće gustine.

U zavisnosti od vrste proizvoda, pečenje se vrši na temperaturama od 1000 do 1400 °C. Pečenje je kontrolisani proces koji podrazumeva definisanu brzinu zagrevanja do dostizanja prve kritične temperature, vreme zadržavanja na toj temperaturi, definisanu brzinu zagrevanja do temperature pečenja, vreme zadržavanja na njoj i lagano hlađenje u peći.

4. EKSPERIMENT

Polazna sirovina za izvođenje eksperimenta je prirodna glina sa područja Istočne Srbije na lokaciji sela Dušanovac. Hemijski sastav gline (uzorak D4), sa dubine 10-11,5 m, dat je u tabeli 2.

Tabela 2. Hemijski sastav gline sa bušotine D4 od 10-11,5 m

Hemijski sastav	Sadržaj (%)
Al ₂ O ₃	15,36
TiO ₂	0,84
SiO ₂	49,10
Fe ₂ O ₃	5,75
CaO	6,58

Bitna karakteristika svake gline je odnos sadržanog kvarca (SiO₂) i aluminata (Al₂O₃). Pored toga, nije preporučljivo da glina ima povećani sadržaj Fe₂O₃ jer to umanjuje termičku stabilnost. Iz tabele 2 se jasno vidi da posmatrani uzorak ima niži sadržaj aluminata od potrebnog, za izradu kvalitetnih lonaca koji se koriste pri laboratorijskoj analizi kupelacije zlata (Fire assay). Oplemenjivanje ove gline u pravcu povećanja sadržaja aluminata izvedeno je postupkom ispiranja gline u nekoliko faza tako što su prelive (suspenzije) iz predhodne faze išli u narednu a zaostali talozi (T1-T4) posebno analizirani. Vreme taloženja je variralo: od 15 min do 60 minuta, prikaz u tabeli 3. Evidentno je da produžavanjem vremena taloženja ide u pravcu sve finijih čestica gline, u pravcu povećanja sadržaja aluminata (18.7% Al₂O₃).

Tabela 3 Hemijski sastav pojedinih frakcija

Naziv uzorka	Vreme taloženja (min)	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
		%			
T1	15	72,10	2,86	12,70	3,39
T2	30	63,62	3,49	15,47	5,16
T3	60	63,14	4,05	14,92	4,87
S1	60	51,88	4,99	18,07	6,98

Upoređivanjem ovih rezultata sa hemijskim sastavom mešavine koja se trenutno koristi za izradu lonaca za kupelaciju zlata (tabela 4) može se očekivati da bi se daljim oplemenjivanjem napred navedene gline D4 mogao postići zadovoljavajući kvalitet i na taj način imati sigurno ležište sopstvene sirovine što bi veoma smanjilo troškove proizvodnje glinenih lonaca za potrebe kupelacije zlata.

Tabela 4. Hemijski sastav pojedinih frakcija postojeće mešavine koja se koristi za proizvodnju lonaca

Oznaka uzorka	DM +3,35	DM +2,36 2-3,35	DM -2,362+1	DM -1+0,50	DM -0,50+0,25	DM -0,25+0,16	DM -0,16+0,071	DM -0,071+0,040	DM -0,04
%SiO ₂	69,26	69,64	73,72	71,70	69,94	68,20	68,32	68,36	58,52
%CaO	0,83	0,60	0,65	0,73	0,80	0,67	0,67	0,72	1,03
%Al ₂ O ₃	20,60	20,36	17,36	19,49	20,83	19,65	20,15	20,44	21,70
%Fe ₂ O ₃	3,76	3,34	3,10	2,98	3,82	4,00	3,22	3,40	4,90

5. ZAKLJUČAK

Visoki kvalitet lonaca počiva pre svega na dobrom kvalitetu polaznih sirovina: šamotu, glini i magnezitu. Na ovaj način, neophodno je pronaći najbolji odnos komponenti šamot/glina (3:2) neophodan za izradu lonaca. Takođe, poštovanje optimalnih režima sušenja i pečenja

proizvoda dovodi do toga da proizvodi imaju sve neophodne karakteristike koje se od njih zahtevaju.

Konačno, pri laboratorijskim ispitivanjima lonci su dali dobre rezultate na visokim temperaturama, pre svega visoku hemijsku stabilnost i postojanost. Rukovodeći se ekonomskim principima u projektovanju jedne uspešne proizvodnje napravljen je pokušaj oplemenjivanja gline iz sopstvenih ležišta da bi eliminisali troškove nabavke ovakvih glina na otvorenom tržištu.

6. LITERATURA

- [1] Laboratorija za hemijska ispitivanja Instituta za rudarstvo i metalurgiju, Bor, Srbija
- [2] Rudnik «Rudnik», G.Milanovac, Srbija
- [3] Rudnik «V. Majdan», Ljubovija, Srbija
- [4] Rudnik «GROSS», Srebrenica, Republika Srpska, Federacija B&H
- [5] Rudnik bakra Majdanpek «RBM», Majdanpek, Srbija