

UNIVERZITET U ZENICI
MAŠINSKI FAKULTET
SMJER: PROIZVODNI BIZNIS

“UPOTREBA PLASTIČNIH MASA U METALOGRAFIJI”
SEMINARSKI RAD

Student: Alen Delić

Nastavnik: V. prof. dr. Nađija Haračić

Sadržaj:

Uvod.....	3
1. Podjela plastičnih masa.....	4
2. Izrada metalnih izbrusaka.....	5
3. Vrste i načini upresavanja.....	6
3.1. Toplo upresavanje (Hot Mounting)	7
3.2. Hladno upresavanje (Cold Mounting).....	9
4. Zaključak.....	11
5. Literatura.....	12

UVOD

Metalografija je nauka koja se bavi proučavanjem metala i legura, to jest njihovog stanja, strukture i osobina.

Postoje tri osnovna postupka ispitivanja bez kojih današnja metalografija ne bi bila tako efikasna, a to su:

1. mikroskopija metala
2. termijske analize
3. fino strukturne rendgenske analize

Imena koja su tijesno povezana i najvećim dijelom zaslužna za razvoj naučne metalografije u bliskoj prošlosti su: Martens, Tamann, Guertler, Maurer, Goerens, Oberhoffer i Heyn (Njemacka), Anossow, Tschernow i Kurnakov (Rusija), Osmond, Chevenard i Le Chatelier (Francuska), Sorby, Tead i Roberts-Austen (Engleska). Sva gore navedena imena su svoja istraživanja bazirali samo na oblast ispitivanja čelika, što je ujedno bio i lijep primjer internacionalnosti u nauci i ispitivanju, a imena mikrokonstitueneta željeznih legura, npr. *martenzit*, *osmondit*, *sorbit*, *austenit*, *stedit* i *maurerov austenit*, koji su nazivani prema ovim pionirima metalografije, daju rječiti dokaz za ovo.

Zadatak metalografije je da pri određenom hemijskom sastavu iz pregleda slika makro- i mikro-strukture po mogućnosti unaprijed odredi osobine i ponašanje legure pod datim uslovima opterećenja i da ukaze na najpovoljniju strukturu za određeni process prerade ili oblasti primjene.

Pored toga metalografija je postala najvažniji postupak kontrole tekuće proizvodnje i veoma uspješno je razvila postupke za utvrđivanje postojećih grešaka prerade i uzroke grešaka kod metala i legura.

U ovom radu je stavljen akcenat na upotrebu plastičnih masa u samim postupcima metalografskog ispitivanja, a to su prije svega izrada metalnih izbrusaka te načini na koje se isti uzorci upresavaju u vještačke smjese radi njihove dalje analize i generalne ocjene stanja ispitivanog uzorka. [1]

1. PODJELA PLASTIČNIH MASA

Plastične mase možemo podijeliti u dvije velike skupine s obzirom na njihovo ponašanje na toplini [5], [6].

Termoplastične tvari (termoplasti)- to su tvari koje u toplom stanju omekšaju, postaju plastične, daju se lako obrađivati, a pošto se ohlade, stvrdnu se i postanu čvrste. Pri ponovnom zagrijavanju ponovo omekšaju, itd. Taj se postupak može više puta ponoviti, a da se masa kemijski ne promijeni. [5].

U tu skupinu većinom spadaju polimerizacioni proizvodi, proizvodi na bazi celuloze i životinjskih bjelančevina i neki polikondenzari.

Termostabilne tvari (duroplasti) - to su tvari koje pri zagrijavanju na višim temperaturama omekšaju, postanu plastične, ali daljnjim zagrijavanjem otvrdnu, te se ponovnim zagrijavanjem više ne daju omekšati. U tu skupinu spadaju pretežno polikondenzacijski proizvodi koji se pri tom kemijski promijene.

Podjela prema fizikalnim svojstvima- po prijedlogu DIN E-7731 novembar 1949:

Duroplasti- to su plastične mase koje se pri zagrijavanju kemijski promijene, omekšaju, mogu se oblikovati, a nakon ohladjivanja konačno otvrdnu te postanu netopive u organskim otapalima. Njihove molecule u čvrstom stanju imaju trodimenzionalnu prostornu mrežicu. Ponovnim zagrijavanjem ne mogu više omekšati. U tu grupu spadaju uglavnom polikondenzacijski proizvodi.

Termoplasti- su plastične mase koje pri zagrijavanju omekšaju, mogu se lako oblikovati, a kemijski se pri tome ne mijenjaju. Kad se ohlade, otvrdnu, ali ponovnim zagrijavanjem omekšaju i postaju plastične. Njihove molekule se sastoje od dugih lanaca. U tu vrstu pretežno spadaju polimerizacijski proizvodi, polimerizati.

Elasti- su tvari koje imaju prvenstveno karakter mekih termoplasta, ali premošćenjem veza prelazi u gumielastično stanje. Takvo kemijski lančasto vezivanje zove se *vulkanizacija*.

Fluidoplasti- su tekuće mase koje se upotrebljavaju za izradu pomoćnih sredstava, npr. ljepila. [5]

2. IZRADA METALNIH IZBRUSAKA

Kada posmatramo neke metalne komade (komad šine, igla za šivenje, vodovodna cijev, zupčanik, osovina kola, spiralna bušilica, itd.) golim okom, prvi i osnovni zaključak koji se može izvesti iz jednog takvog grubog posmatranja jeste da se svi ovi materijali sastoje iz jedinstvene mase. Ustvari jedino boja legure omogućava da se izvrši izvjesna gruba podjela: čelik je siv, bakar je crven, mesing je žut, a aluminij ima bjeličastu boju. Međutim ako komad metala koji je prethodno pripremljen na određeni način ispitujemo pomoću mikroskopa, tj. pri većim povećanjima, utvrdit ćemo da legure u najvećem broju slučajeva nisu jedinstveno izgrađene, već da se sastoje iz jedne manje ili više složene skupine raznovrsnih zrna.

Zrna koja se vide na mikroskopu (ponekad, npr. u odlivku, i golim okom) predstavljaju *opstu strukturu legure*. Faze u pojedinim različitim zrnima nazivaju se *mikrostrukturom*. Poznato je da oblik nastale strukture zavisi od sastava legure i od njene prethodne mehaničke i termičke obrade. Jedna te ista legura posjeduje različitu strukturu, već prema tome da li je livena, deformisana na toplo ili hladno, žarena ili kaljena sa viših temperatura.

Zadatak mikroskopije metala je da strukturu date legure što vjernije i jasnije prikaže i fotografskim snimkom dokumentuje. Pored toga je neophodno odrediti vrstu, veličinu i količinu pojedinih mikrokonstituenata koristeći specijalne postupke mjerenja.

Neophodan uslov za mikroskopsko ispitivanje metala i legura je izrada ravne i vrlo glatke površine. Površina nekog običnog komada je najčešće neravna (zakrivljena, porozna, hrapava, izbrazdana) ili zaprljana (zahrđjana, premazana bojom, lakom ili nečim drugim, masna od ulja itd.).

Najprije treba utvrditi na kome dijelu ispitivanog komada i kome položaju treba da se napravi površina izbruska pošto uzimanje probe mora biti prilagodjeno cilju ispitivanja. Npr., kod valjanih limova i traka treba u osnovi praviti razliku između uzdužnih, poprečnih i onih izbrusaka koji su uzeti sa površine, tako da možemo razlikovati tri osnovna načina posmatranja pravca uzorka, a oni su: uzdužni izbrusak (L), poprečni (Q) i izbrusak sa površine (F).

3. VRSTE I NAČINI UPRESAVANJA

Kod pripreme uzoraka za metalografska ispitivanja potrebno je posvetiti posebnu pažnju na sam proces pripreme, kako ona ne bi izazvala oštećenja uzorka ili promjene na uzorku, što bi onemogućilo provodjenje ispitivanja ili donošenje pravilnih zaključaka. Prilikom pripreme uzoraka potrebno se pridržavati procedura propisanih relevantnim metalografskim standardima kao što je ASTM E3-95; Standard Practice for preparation of Metallographic Specimens, i dr.

Po prijemu uzorka za ispitivanje, isti se prvo mora na adekvatan način odvojiti, odnosno odrezati na tzv. laboratorijskoj reznjoj mašini (cut mašina) – *vidi sliku 2.*



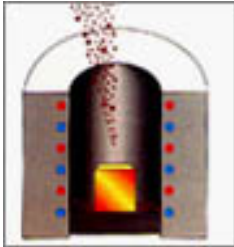
Slika 2. Struersove rezne mašine i popratna oprema

Kada se izvrši priprema i prilagodjavanje uzorka, na isti se mora postaviti identifikacijski broj kako ne bi došlo do zamjene kako uzorka međusobno, tako i jednog te istog uzorka ovisno da li se ispituje poprečni, uzdužni ili površinski sloj.

Pri samom rezanju datog uzorka mora se paziti na sljedeće stavke:

- a) sam izbor reznih ploča mora biti prilagodjen vrsti materijala ispitivanog uzorka (tj. mekši materijali se režu mekanim pločama, a tvrdi tvrdjim, odnosno tzv. dijamantskim reznim platama)
- b) prilikom rezanja se mora paziti da ne dodje do pregrijavanja uzorka da bi se izbjegla nepotrebna oštećenja i promjena strukture materijala [3],[4]

3.1. Toplo upresavanje (Hot Mounting)



Slika 3: Ulaganje uzorka u cilindar hidraulične prese



Slika 4: Presa firme Buehler

Poslije ulaganja uzorka u presu se sipa adekvatna plastična smjesa koja je dostupna u vidu granula različitih veličina. Na našem tržištu su dostupne mase poznatih svjetskih proizvođača Struers i Buehler.

Struersove mase za toplo upresavanje su prikazane na slici 5, slici 6 i u sljedećem tekstu sa osvrtom na njihova glavna svojstva:



Slika 5: Struersove mase za toplo ulaganje









Slika 6: Struersov pribor za pripremu metalografskih uzoraka

- **ClaroFast** je proziran, tako da je omogućena vidljivost svih detalja. Termoplastičan je, što znači da se lako adaptira na različite temperature, tačnije, pri višim temperaturama se lako topi, a pri hladjenju se stvrdnjava. Neosjetljiv je na alkohol, otporan na vodu, lagan za upotrebu. Bazni sastav mu je acrylic.

- **ConduFast** je termoplastičan, a na njemu se vrši elektrolitsko poliranje. Bazni sastav mu je acrylic sa čeličnom komponentom. Sive je boje.
- **IsoFast** je dobar za očuvanje ivica uzorka za čvrste materijale. Duroplastičan je. Bazni sastav mu je diallylphtalate sa staklastom komponentom.
- **DuroFast** za optimalno ravnanje i odlično očuvanje ivica uzorka za čvrste materijale. Duroplastičan je. Bazni sastav je epoxy sa mineralnom komponentom punjenja.
- **LevoFast** je odličan za očuvanje ivica uzorka mekih i srednje tvrdih čvrstih materijala. Duroplastičan je. Bazni sastav je melamin sa mineralnom i staklastom komponentom.
- **PolyFast** se koristi za brzo upresavanje i ispitivanje sa elektronskim mikroskopom. Duroplastičan je. Bazni sastav je provodljivi bakelit sa karbonskom komponentom.
- **MultiFast** koristi se za rutinsko upresavanje uzoraka. Duroplastičan je. Bazni sastav je bakelit, dostupan u raznim bojama radi lakšeg označavanja uzoraka.
- **Pre-Mount** za brzo i lako upresavanje jednostavnih uzoraka. Duroplastičan je. Bazni sastav je bakelit, dostupan u raznim veličinama.

Buehlerove mase za toplo upresavanje su navedene u sljedećoj tabeli:

Buehler Compression Mounting Guide						
Characteristics	Material		Cost/1¼" Mount	Color	Temp	Pressure
Least Expensive	PhenoCure®		1x	Black, Red, or Green	300 °F/ 150 °C	4200 psi/ 290 bar
Best Edge Retention; Very Low Shrinkage; Fine Particle Size; Excellent Flow	EpoMet® F		4x	Black	300 °F/ 150 °C	4200 psi/ 290 bar
Best Edge Retention; Very Low Shrinkage	EpoMet® G		4x	Black	300 °F/ 150 °C	4200 psi/ 290 bar
Near Zero Electrical Resistance; SEM - EDS/WDS	ProbeMet®		7x	Bronze	300 °F/ 150 °C	4200 psi/ 290 bar
Low Electrical Resistance; SEM - EDS/WDS	KonductoMet®		9x	Black	300 °F/ 150 °C	4200 psi/ 290 bar
Clear	TransOptic™		3x	Transparent	350 °F/ 177 °C	2100 psi/ 145 bar

Nakon stavljanja uzorka u proces zagrijavanja potreban je određeni vremenski interval da bi se smjesa dovoljno otopila i homogenizirala. Poslije toga skida se grijač sa klipa prese, a na njegovo mjesto se postavlja hladnjak. Vrijeme hladjenja zavisi od niza faktora (vrsta plastične smjese, vrsta materijala uzorka, dalje metode ispitivanja, itd.).

Tako pripremljeni uzorak u metalografiji se naziva *šlif*.

Kod same izrade šlifova potrebno je obratiti pažnju na eventualne greške i deformalitete pri izradi.

Šlif je poslije hladjenja potrebno stavljati u postupak dalje pripreme kao što je: obaranje ivica šlifa, površinsko poliranje do postizanja fine površine, adekvatno nagrizanje, postavljanje identifikacijskog broja, a sve u cilju posmatranja, fotografiranja, konačne analize i generalne ocjene stanja materijala prema određenom *standardu*. [3],[4]

2.2. Hladno upresavanje (Cold Mounting)

Prilikom hladnog upresavanja se uzorak stavlja u kalup (vidi sliku 8). Moraju se pri tome pažljivo pomiješati dvije ili tri komponente u određenom volumenu ili masi. Kada se u potpunosti komponente sjedine (homogeniziraju) treba ih prelići preko uzorka koji se nalazi u kalupu.



Slika 8

Kod metode hladnog upresavanja koriste se tri vrste plastičnog materijala i to:

1. *Epoxy*
2. *Acrylic*
3. *Polyester*

Epoxy ima najniži stepen skupljanja od svih materijala za hladno upresavanje. Vrijeme stabilizacije materijala je relativno dugo, ali je adhezija prema svim vrstama uzoraka odlična. Koriste se i za vakumsko impregniranje. Epoxy materijali polimeriziraju kroz hemijsku reakciju nakon što se pomiješaju u korektnim proporcijama. Stvrdnuti Epoxy je duroplastičan (thermosetting) i nije osjetljiv na toplotu i hemikalije.

Acrylic je masa jednostavna za korištenje sa kratkim vremenom stabilizacije, a stepen skupljanja je zanemariv. Ove mase sadrže samopolimerizirajuće komponente koje se stvrdnjavaju kada se u njih stavi katalizator. Očvršnuti acrylic je termoplastičan i hemijski otporan.

Polyesteri pripadaju katalizirajućem sistemu kao i akrilici. Vrijeme stabilizacije je relativno kratko, a stvrdnjavanje uzorka je duroplastično. [3],[4]

Struersove mase za hladno upresavanje su prikazane na slici 9,10,11.



Slika 9 (**Epoxy**)



Slika 10 (**Acrylic**)



Slika 11 (**Polyester**)

4. ZAKLJUCAK

Zavisno o broju uzoraka i kvalitetu koji se traži obje tehnike upresavanja posjeduju određene prednosti.

Toplo upresavanje je idealan za veliki broj uzoraka koji sukcesivno stižu u laboratorij (jedan iza drugog). Rezultirajući šlifovi bit će visokog kvaliteta, jedinstvene veličine i forme, a zahtijevat će relativno kratko vrijeme pripreme.

Hladno upresavanje je idealan za velike serije i uzorke koji istovremeno pristižu u laboratorij, ali i za pojedinačne uzorke.

Generalno govoreći mase za toplo upresavanje su manje skupe nego za hladno upresavanje. A sama upotreba hidraulične prese podrazumijeva tehniku toplog upresavanja.

Neke mase za hladno upresavanje mogu se koristiti za vakumsku impregnaciju.

Vakumska impregnacija je neophodna kod poroznih materijala kao što je keramika. Sve pore koje su u kontaktu sa površinom se ispune masom, tako da učvrste ove krte materijale. Greške (zračni mjehurići, pukotine i sl.) prilikom pripreme se na ovaj način minimiziraju. Samo Epoxy mase se koriste za vakumsku impregnaciju zahvaljujući njihovoj niskoj viskoznosti i njihovom niskom pritisku isparavanja. EpoDye, fluorescentna masa, se može miješati sa epoxyjem da bi obezbijedila identifikaciju svih ispunjenih pora, pomoću fluorescentnog svjetla. [4],[5]

5. Literatura

1. Dr. ing. Herman Suman: Metalografija. Univerzitet u Beogradu. 1965. 565 s.
2. Leila Bjerregaard, Kay Geels, Birgit Ottesen, Michael Rueckert: Metalog Guide. Struers. 2000. 113 s.
3. Aktuelne internet stranice firmi Struers i Buehler.
4. B. Bousfield: Reference Manual. Buehler Ltd. 1994. 200 s.
5. V. prof. dr. Nađija Haračić: Inžinjerski metalni i nemetalni materijali. 2005. 162s.
6. ASTM E 3-95; Standard Practice for Preparation of Metallographic Specimens