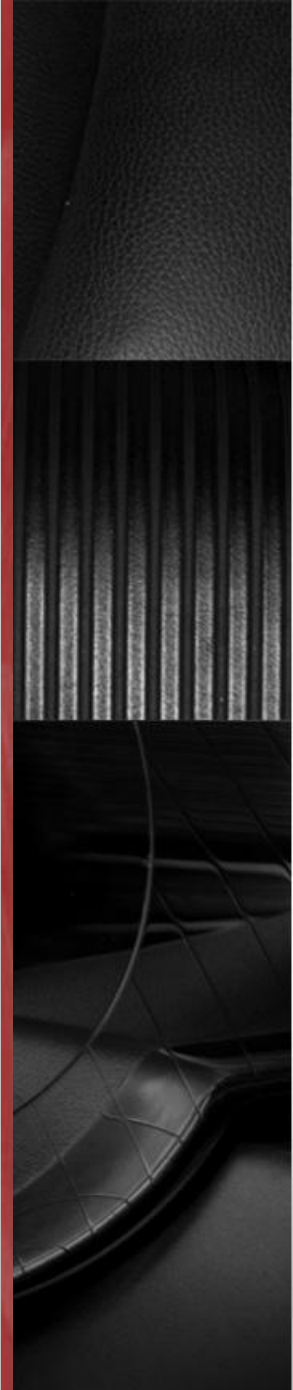


# DIREKTNO I TRANSFER PRESOVANJE





# DIREKTNO PRESOVANJE

- Oblikovanje presovanjem pomoću dvodelnog alata na hidrauličnoj presi je proces koji se uvek primenjuje kod oblikovanja delova od termoseta.
- Za preradu termoplasta primenjuju se drugi procesi kao na primer: ekstruzija, injekciono presovanje, termoforming, duvanje, rotaciono oblikovanje i tako dalje.
- Kada se termoplast presuje u dvodelnom alatu, onda se takav postupak naziva hladno presovanje, sinterovanje ili istiskivanje.



# DIREKTNO PRESOVANJE

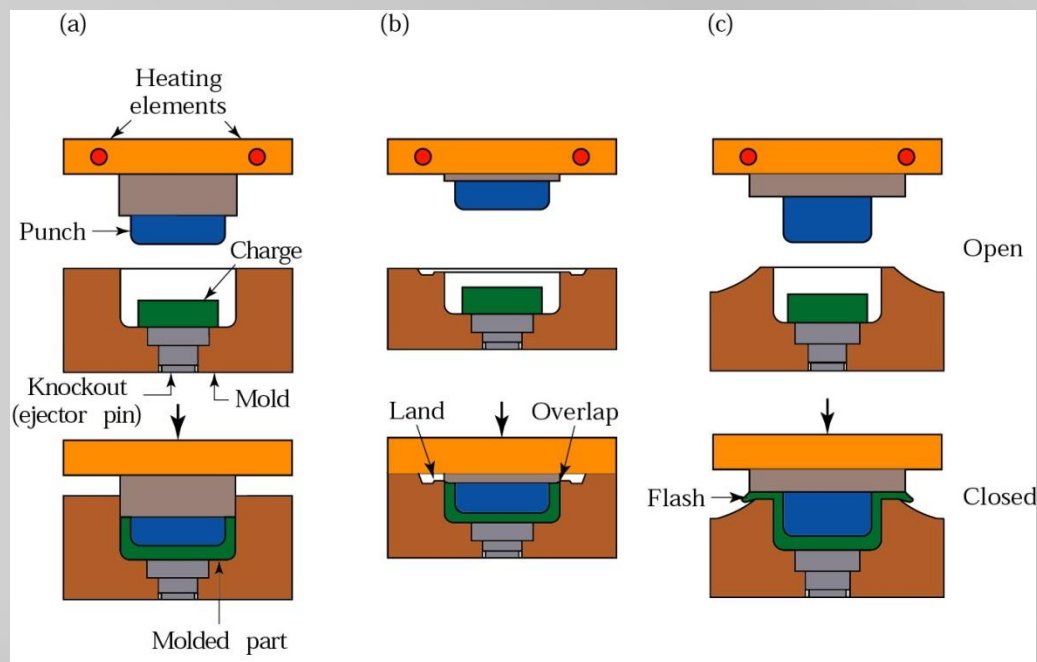
- Konceptualno proces direktnog presovanja je vrlo jednostavan, a izvodi se u dvodelnom alatu koji se sastoji od žiga i matrice čije dimenzije određuju šupljinu u kalupu.
- U otvoreni kalup sipa se polazni materijal.
- Zatim se alat zatvara i pod dejstvom pritiska materijal ravnomerno popunjava šupljine kalupa.
- Pod pritiskom se materijal zagreva, vrši se umrežavanje a potom sledi hlađenje obratka.
- Posle očvršćavanja obratka, alat se otvara i komad izbacuje iz alata.



# DIREKTNO PRESOVANJE

- Direktnim presovanjem oblikuju se teroset materijali (polazni materijal prah ili pripremak), elastomeri (polazni materijal prah ili pripremak) i ređe termoplasti (polazni materijal granule).
- Pritisak oblikovanja kreće se od 2000 do 6000bara, a temperatura od 150 do 230 stepeni C.
- Pre procesa presovanja poželjno je da se izvrši predgrevanje polimera, čime se odstranjuje vlaga, homogenizuje zagrevanje, smanjuje viskoznost rastopa i obezbeđuje bolje popunjavanje kalupa.
- Doziranje materijala pri direktnom presovanju je obično automatsko.

# DIREKTNO PRESOVANJE



*Diraktno presovanje – šema procesa*

# DIREKTNO PRESOVANJE



*Primeri otpresaka dobijenih direktnim i indirektnim presovanjem*

# DIREKTNO PRESOVANJE



*Primeri otpresaka dobijenih direktnim i indirektnim presovanjem*

# DIREKTNO PRESOVANJE



*Primeri otpresaka dobijenih direktnim i indirektnim presovanjem*



# MAŠINE I ALATI ZA DIREKTNO PRESOVANJE



Photo 18.1 Large commercial compression molding machine (Courtesy: Wabash Hydraulic Presses)

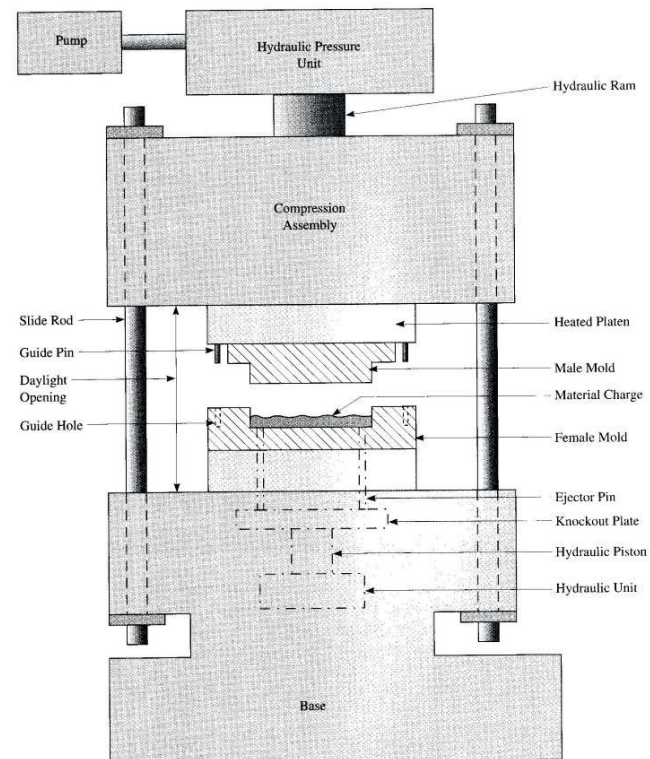


Figure 18.1 Compression molding machine and major process elements.

Slika 18.1 – Fotografija i šematski prikaz mašine za direktno presovanje



# MAŠINE I ALATI ZA DIREKTNO PRESOVANJE

- Pogon mašine je direktni pumpni a radni cilindar je smešten na gornjoj traverzi.
- U ovom slučaju pokretan je deo alata koji je postavljen na pritiskivaču, međutim za ovu vrstu obrade može se koristiti i presa sa donjim pogonom i takozvane etažne prese.
- Vođenje pritiskivača obezbeđeno je pomoću stubova i odgovarajućih čaura u pritiskivaču.



# MAŠINE I ALATI ZA DIREKTNO PRESOVANJE

- U procesu direktnog presovanja polimera pojavljuju se visoki pritisci, viši nego kod drugih postupaka oblikovanja plastike (od 2000 do 6000 bara), pa alati moraju biti masivni a postavljaju se na robusne potporne ploče u kojima su ugrađeni grejači.
- Dimenzije osnovnih ploča moraju biti izabrane tako da, s jedne strane, obezbede dovoljnu čvrstoću, a takođe i smeštaj grejača koji moraju da imaju dovoljnu masu za zagrevanje materijala.

# MAŠINE I ALATI ZA DIREKTNO PRESOVANJE

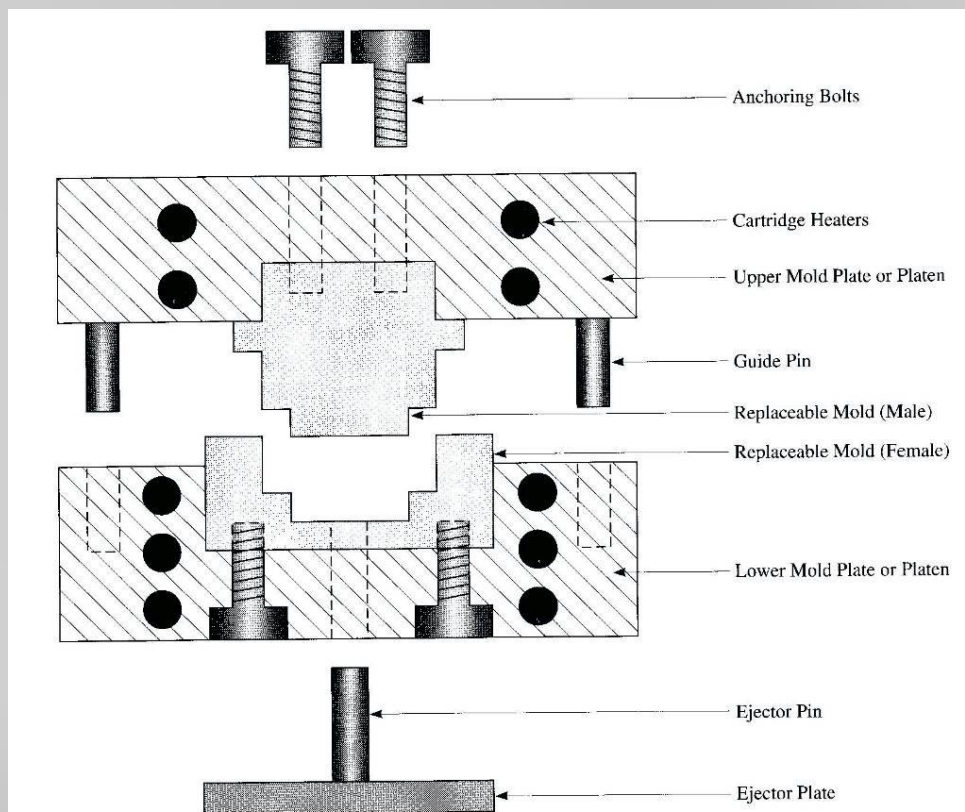


Figure 18.2 Compression molding mold set.

*Slika 18.2 – Prikaz alata za obradu direktnim presovanjem*

# MAŠINE I ALATI ZA DIREKTNO PRESOVANJE

- Izbacivanje obradaka iz alata vrši se, obično, pomoću izbacivačkih šipki, koje pokreće hidrocilindar posredstvom ploče izbacivača.
- Za olakšanje vađenja obratka iz alata šupljina se prevlači specijalnim sredstvima (bees`wax).
- Maksimalna sila prese:
- $F = P \cdot A_c$

$P$  - pritisak

$A_c$  - površina klipa u cilindru

Sila presovanja mora biti manja od nominalne sile ( $F_n$ ) približno za oko 30%.

# MAŠINE I ALATI ZA DIREKTNO PRESOVANJE

- Sila presovanja zavisi od vrste materijala, kod veće viskoznosti sila je viša a kod manje obrnuto. Sila takođe zavisi od površine obratka, kao i od njegove dubine, to jeste debljine.
- Osnovna vrednost pritiska presovanja kreće se od  $10 \div 55 \text{ MPa}$  .
- Dopunski pritisak povezan je sa visinom obratka (to jeste dubinom kalupa), i iznosi  $34 \text{ MPa}$  za svaka 3cm dubine.
- Ukupna sila presovanja:

$$F_{uk} = P \cdot A + P_d \cdot h;$$

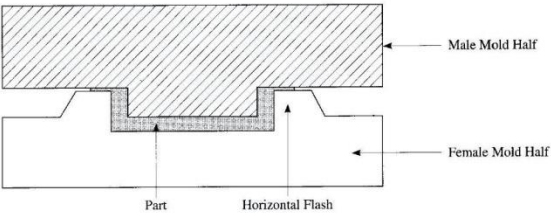
$$P_d = 1 \div 1,3 \left[ \frac{\text{MPa}}{\text{cm}^2} \right]$$



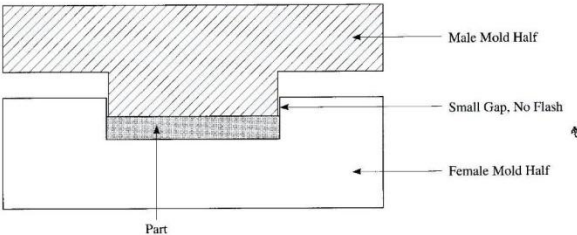
# TIPOVI KALUPA

- Osnovni tipovi kalupa su:
  - a) Kalup sa vencem za otadak
  - b) Pozitivni kalup – kod kojeg nema prostora za otpadak, a žig celom svojom čeonom površinom
  - deluje na obradak
  - c) Polupozitivni kalup (kalup sa lomljenim srhom)
- Prva varijanta kalupa je najjednostavnija i najjeftinija. Međutim, kod ovog kalupa pojavljuje se srh koji se mora odvajati od obratka.

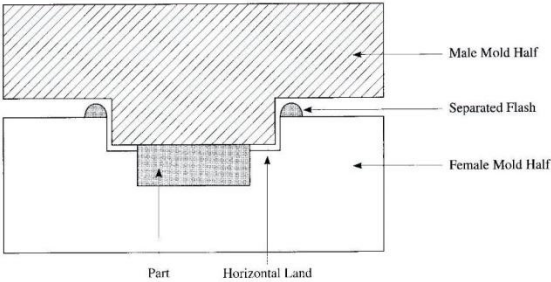
# TIPOVI KALUPA



(a) Flash Type Mold Closure



(b) Positive Type Mold Closure



(c) Semipositive Type Mold Closure

Figure 18.4 Three mold closure types (flash, positive, and semipositive).





# TIPOVI KALUPA

- Kod kalupa bez otpada (pozitivan kalup) postoji mali zazor između žiga i matrice pa nema mogućnosti da materijal teče napolje, to jeste nema mogućnosti za stvaranje venca.
- Pošto nema mogućnosti za isticanje viška materijala potrebno je obezbediti precizno doziranje materijala.
- Kod polupozitivnog kalupa zazor između žiga i kalupa je veći nego u predhodnom slučaju.
- Ako materijal iscure kroz taj prostor on se sakuplja u prostoru što ga čine horizontalne površine žiga i kalupa.
- Ovako formiran srh se lako uklanja sa obradka.
- Kalupi se izrađuju mehaničkom obradom, elektroerozivnim (EDM) utiskivanjem itd.



## POSREDNO PRESOVANJE (TRANSFER PRESOVANJE)

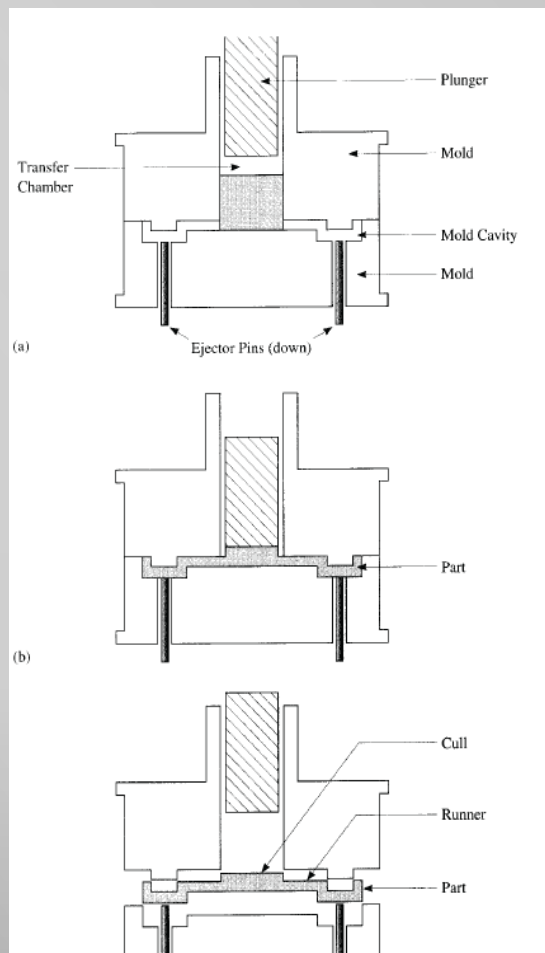
- Osnovni nedostatak direktnog presovanja je obezbeđivanje potrebne količine materijala to jeste doziranje koje mora biti takvo da se ne pojavljuje ni višak ni manjak materijala.
- Posredno presovanje je proces oblikovanja obradaka pre svega od od termoset polimera u zatvorenom alatu.
- Moguća je primena ovog postupka i na druge vrste polimera.



## POSREDNO PRESOVANJE (TRANSFER PRESOVANJE)

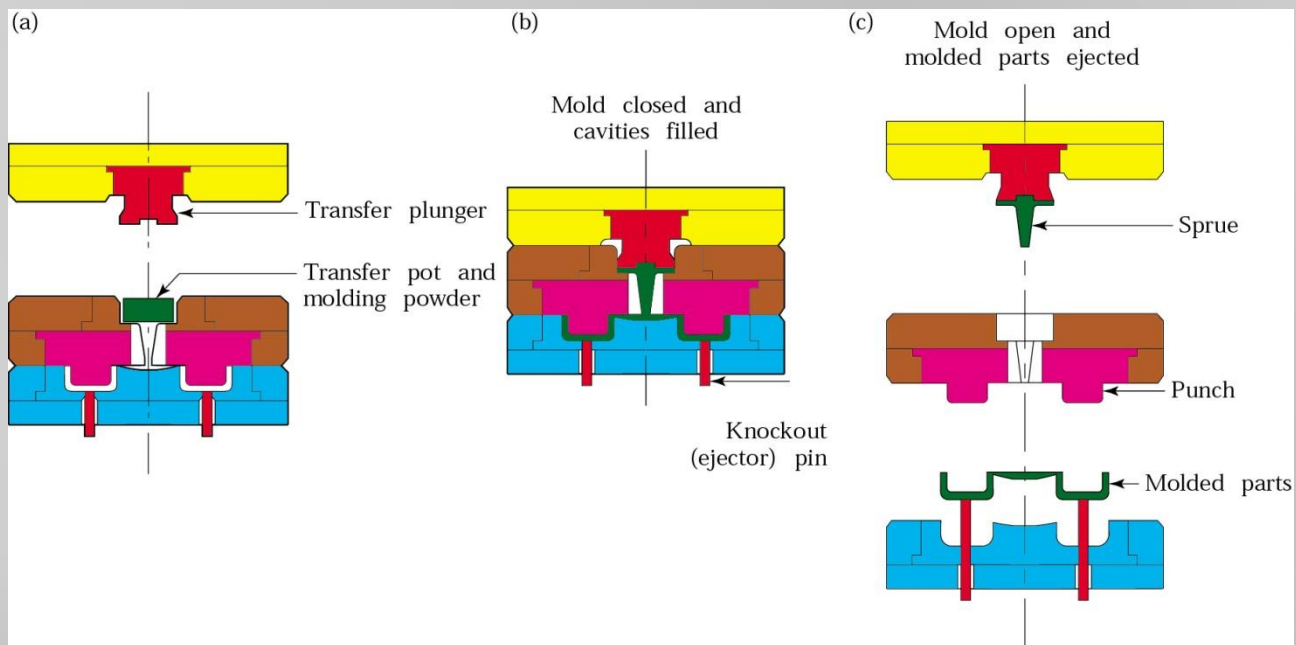
- Kod ovog procesa polazni termoset se zagreva u transfer komori dok se na rastopi a potom delovanjem klipa vrši se transport rastopa preko razvodnih kanala do šupljina u kalupu.
- Posle određenog vremena, obradak se vadi iz kalupa.
- Obradak je povezan sa ulivnim sistemom i mora se od njega odvojiti. Iskustvo pokazuje da u transfer komori zaostaje mala količina materijala koja je potrebna da se obezbedi dobro popunjavanje kalupa.
- Ovaj deo zajedno se hladi sa obratkom i predstavlja višak to jeste otpadak materijala.

# POSREDNO PRESOVANJE (TRANSFER PRESOVANJE)



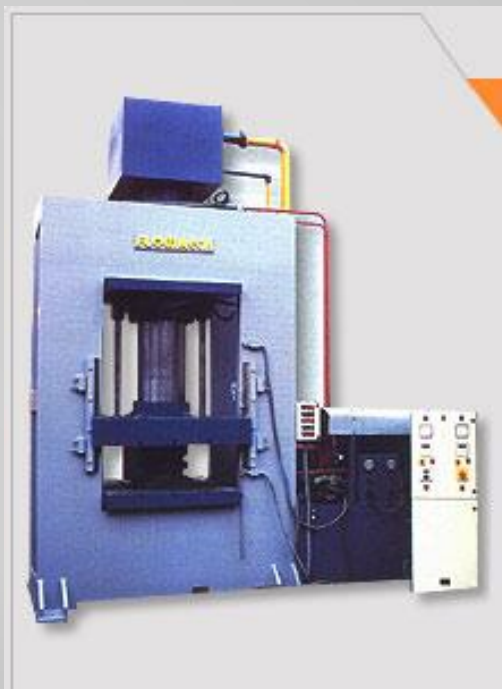
*Transfer presovanje:*  
*a) zagrevanje materijala,*  
*b) injekciono presovanje,*  
*c) izbacivanje otpreska*

# POSREDNO PRESOVANJE (TRANSFER PRESOVANJE)



*Šema procesa transfer presovanja*

# POSREDNO PRESOVANJE (TRANSFER PRESOVANJE)



*Hidraulična presa za transfer presovanje*



# ALATI ZA POSREDNO PRESOVANJE

- Pritisak u alatu kod transfer presovanja je niži od pritiska kod direktnog presovanja, to jeste približno je isti kao kod injekcionog presovanja, jer je i u ovom slučaju materijal u rastopljenom stanju.
- Alat za transfer presovanje je sličan alatu za injekciono presovanje, a sastoji se od kalupa i drugih pomoćnih elemenata.

# ALATI ZA POSREDNO PRESOVANJE

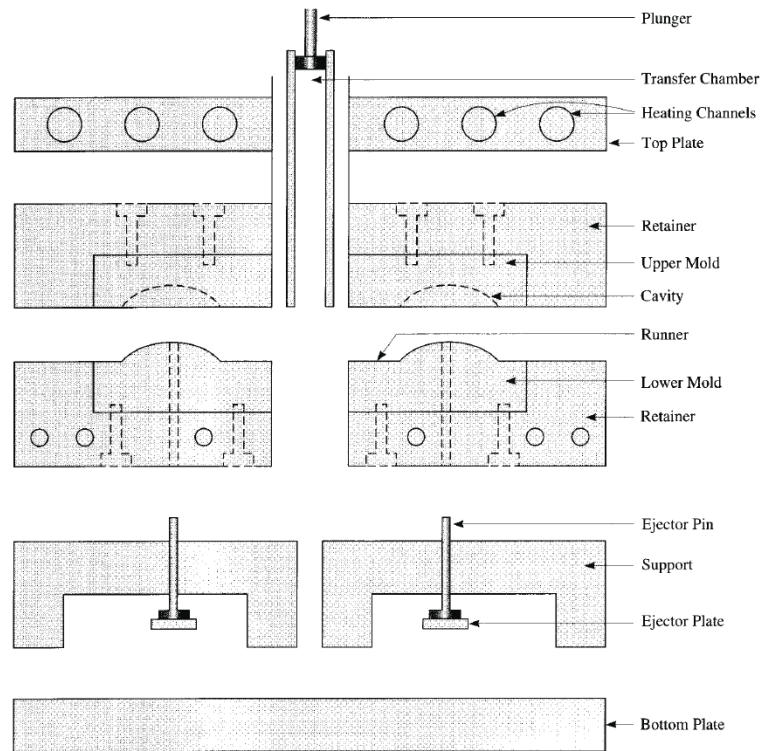


Figure 18.6 Transfer mold base (exploded view).

- |                                       |                                      |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. klip (plunger)                     | 8. donji kalup (runner)              |
| 2. transfer komora (transfer chamber) | 9. ploča za kalupe (lower mold)      |
| 3. kanali grejača (heating channels)  | 10. izbacivač (ejector pin)          |
| 4. gornja ploča (top plate)           | 11. potporna ploča (support)         |
| 5. ploča za gnjezda (retainer)        | 12. ploča izvacivača (ejector plate) |
| 6. gornji kalup (upper mold)          | 13. donja ploča (bottom plate)       |
| 7. šupljina (cavity)                  |                                      |

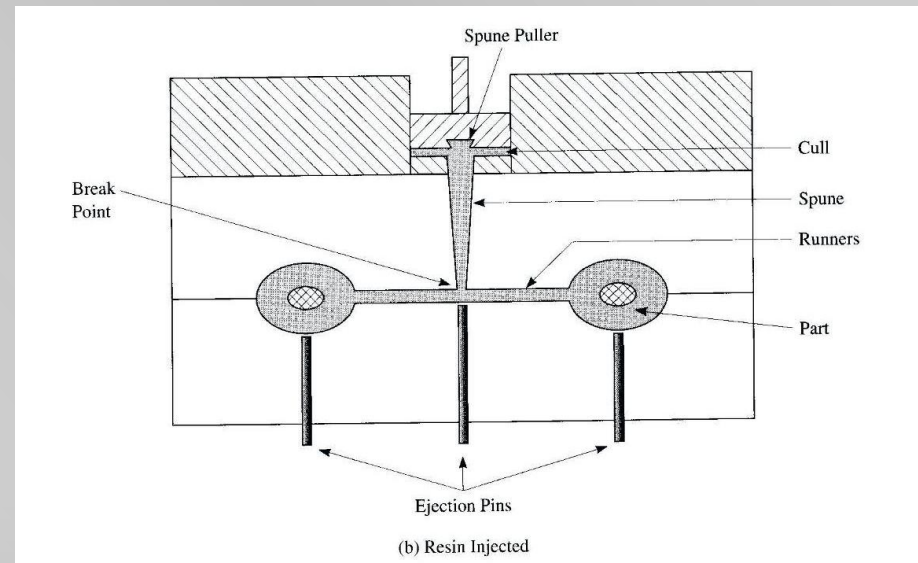
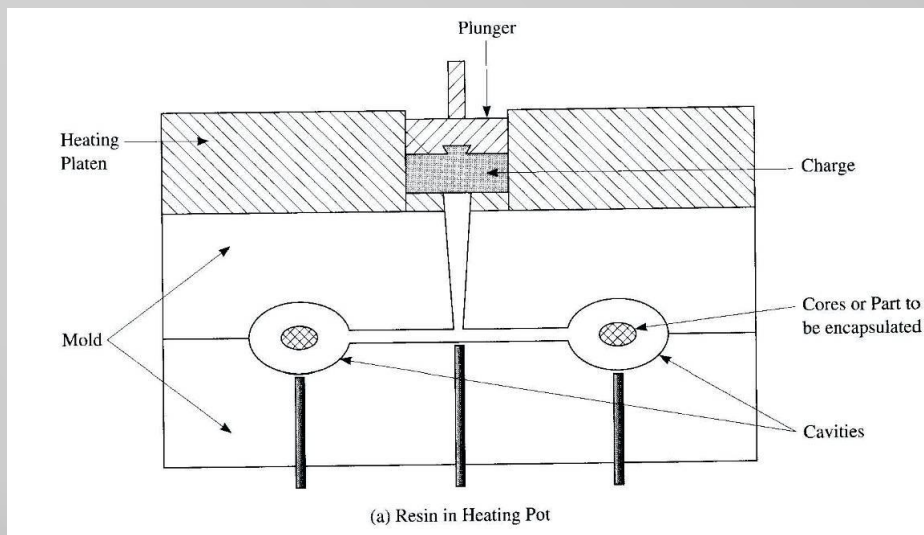




# ALATI ZA POSREDNO PRESOVANJE

- Materijal za ove alate sličan je materijalu alata za injekciono presovanje, pa im je i cena slična.
- Rastopljeni materijal kreće se iz transfer komore ka šupljini kalupa preko ulivnih kanala koji su relativno kratki.
- Ulazni kanali su veoma slični onima kod injektionog presovanja.
- Ovi alati su složeniji od alata za direktno presovanje a ujedno su i skuplji od njih.

# ALATI ZA POSREDNO PRESOVANJE



*Alat za transfer presovanje*



# ALATI ZA POSREDNO PRESOVANJE

- Ulivni sistem je ovde potpuno odvojen od transfer komore pa je potreban ulivak kao kod injekcionog presovanja.
- Posle oblikovanja obradka ulivak i ulivni sistem se odvajaju pre ponovnog ciklusa. Izvlačenje ulivka iz ulivnog kanala obezbeđuje se pomoću specijalnog profila na klipu.

# POREĐENJE TRANSFER PRESOVANJA SA DRUGIM PROCESIMA PRESOVANJA

Br.	Osobina	Direktno presovanje	Transfer presovanje	Injekciono presovanje
1	Materijal	Termoset	Termoset	Termoplast
2	Zagrevanje kalupa	da	da	ne
3	Radni ciklus	u minutima	u minutima	u sekundama
4	Reciklaža otpada	nemoguća	nemoguća	moguća
5	Kalup (otvoren/zatvoren)	otvoren	zatvoren	zatvoren
6	Tipični delovi	komadni	komadni	komadni
7	Složenost delova	jednostavan	jednostavan	složen
8	Formiranje šupljina	teško	lako sa jezgrom	lako sa jezgrom
9	Umetci	osrednje	lako	srednje do teško
10	Podsecanje, usecanje	ne	da, sa umetkom	da, sa umetkom
11	Dimenzije obratka	mogu biti vrlo velike	ograničene	ograničene
12	Otpadak (srh)	da	ne	ne
13	Ulivni sistem	ne postoji	postoji	postoji
14	Viskoznost materijala	srednja do visoka	niska do srednja	tipično niska
15	Ojačavanje	da	ponekad,	ponekad,
16	Fizička svojstva	Održiva	Slaba orijentacija	Delimična orjent.



# POREĐENJE TRANSFER PRESOVANJA SA DRUGIM PROCESIMA PRESOVANJA

- Transfer presovanje je kraće u odnosu na direktno presovanje, a takođe omogućuje izradu složenijih delova u odnosu na direktno presovanje.
- Tačnost dimenzija obratka kod transfer presovanja je viša u odnosu na direktno presovanje, takođe ovde nema srha ali postoji ulivni sistem.
- Delovi sa umetcima mogu se presovati transfer postupkom dok je direktnim presovanjem to veoma teško.
- Alati su skuplji kod transfer presovanja u odnosu na alate za direktno presovanje.
- Zbog relativno dugog ulivnog sistema kod transfer presovanja praktično nije moguće polimer ojačan fiberom.
- Orijentacija strukture takođe je nemoguća



# PROIZVODNA PITANJA

- Praktično sve vrste termoseta se oblikuju presovanjem u kalupu.
- Početni materijal može biti tečan, u obliku paste, testast, u granulama, predoblikovan, itd.
- Paste se obično koriste za mešanje termoseta sa ispunama.
- Testasti materijal koristi se isto kao i paste, plus za mešanje sa komponentama za ojačavanje.
- Granule se zagrevanjem prevode u rastopljeno stanje, a potom presuju.
- Predoblici su takođe vrsta granula oblikovane u odgovarajuću formu koja olakšava rukovanje materijalom.
- Ojačani materijali, generalno se ne koriste za transfer presovanje.



# PROIZVODNA PITANJA

- Viskoznost materijala pri presovanju se mora držati pod kontrolom.
- Ako je preniska može dovesti do pojave otpatka (srha).
- Niska viskoznost nije pogodna ni za komponente ojačavanje (fiber) jer alati mogu zatvoriti preko fibera i stvoriti probleme pri tečenju kroz ulivni sistem.
- Kod transfer presovanje termoseta viskoznost je niža nego kod injekcionog presovanja termoplasta.
- Zbog toga je tečenje termoseta lakše nego termoplasta.
- Takođe je veća mogućnost pojave srha i grešaka u popunjavanju kalupa.
- Međutim, kontrola i održavanje viskoznosti je lakša kod transfer presovanja nego kod injekcionog presovanja.



# KRITIČNI PARAMETRI PRI PRESOVANJU

- Važni parametri procesa kod direktnog i transfer presovanja je polazna količina materijala, to jeste doziranje, pritisak i brzina presovanja.
- Ako je u alat uneto više materijala postoji mogućnost pojave srha i alat se ne može zatvoriti.
- Ako je doziranje nedovoljno, ostaće nepopunjen alat i dobiće se neispravan obradak sa lošim mehaničkim svojstvima.
- Ako se srh pojavio mora se ukloniti mehaničkim putem, na primer bubnjanjem u kontejneru koji se okreće.
- Uklanjanje srha može se vršiti u zamrznutom stanju obratka kada materijal postaje vrlo krt, a izvodi se bubnjanjem.





# KRITIČNI PARAMETRI PRI PRESOVANJU

- Kontrola brzine presovanja takođe je važna.
- Kod presovanja brzina kretanja alata počev od trenutka dodira sa materijalom mora biti ravnomerna i mala.
- Ako je brzina presovanja velika smicanje u materijalu može poremetiti viskozni balans i dovesti do separacije osnovnog materijala i ispune, kao i ojačavajuće komponente od osnovnog materijala.
- Ako je brzina premala može doći do hlađenja i prevremenog očvršćavanje materijala.
- Veća brzina presovanja skraćuje vreme radnog ciklusa.
- Za smanjenje radnog ciklusa poželjno je imati presu sa različitim brzinama primicanja alata i u radnom hodu.

# KRITIČNI PARAMETRI PRI PRESOVANJU

- Kontrola pritiska u kalupu takođe je važna, jer se pri obradi termoseta vrši umrežavanje sa pojavom vodene pare, koja se mora odvoditi iz kalupa, u protivnom dolazi do pojave mehurića i poroznosti materijala obratka.
- Za odstranjene gasova iz kalupa može se primeniti malo otvaranje kalupa ( $1\div 1,5mm$ ) u vrlo kratkom vremenu.
- Osim toga, za odvođenje gasova, mogu se primeniti i ventilacioni otvori na kalupu.



# KRITIČNI PARAMETRI PRI PRESOVANJU

- Optimalna temperatura kalupa zavisi od vrste polaznog materijala.
- Osim toga, na temperaturu kalupa utiču i dodatne komponente materijala.
- Ako je kalup pregrejan dolazi do degradacije materijala što se manifestuje preumrežavanjem na površini, dekolorizacijom površine i padom mehaničkih svojstava.
- Temperatura kalupa takođe utiče i na viskoznost materijala.
- Optimalna temperatura dobija se probom.
- Početna temperatura uzima se iz podataka koje proporučuje proizvođač sirovine.
- Radni ciklus treba tako odrediti da se dobije dobar kvalitet obrade, a određuje se iskustveno.
- U svakom slučaju vreme obrade mora biti dovoljno da se obavi proces umrežavanja, oblikovanja i očvršćavanja obratka.
- Za skraćenje radnog ciklusa mora se obezbediti i grejanje i hlađenje alata.