

OSNOVE MAŠINSKIH TEHNOLOGIJA 2

TEHNOLOGIJA PLASTIČNOG  
DEFORMISANJA

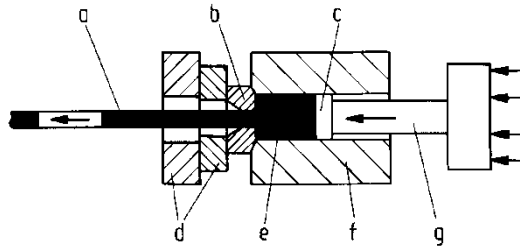
# ISTISKIVANJE

U procesu istiskivanja materijal se pod dejstvom opterećenja dovodi u plastično stanje i primorava da ističe kroz predviđene otvore u alatu.

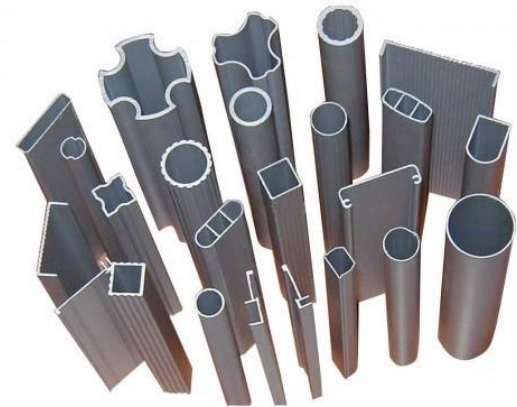
Istiskivanje može da se izvodi u toplom i hladnom stanju.



**Toplo istikivanje** se najčešće koristi za proizvodnju profila i cevi.

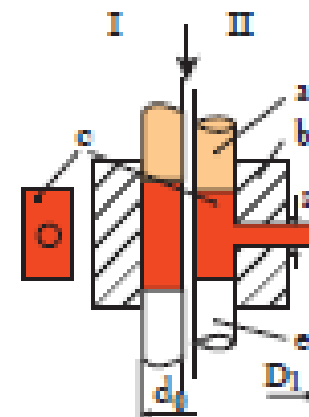
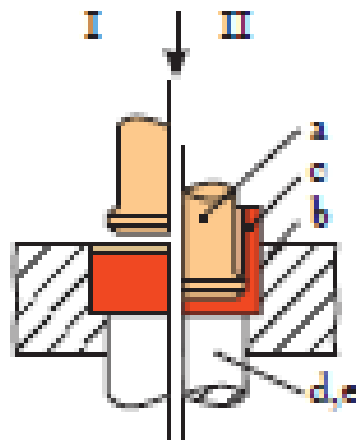
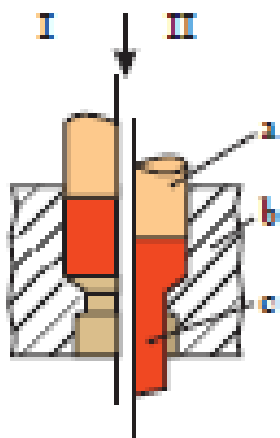


- a – istisnuti profil      d – potpore  
b – matrica              e – zagrejeni materijal (blok)  
c – pritisna ploča      f – recipijent  
g – žig



U zavisnosti od smeru tečenja materijala u odnosu na smer delovanja deformacione sile istiskivanje može biti:

- Istosmerno
- Suprotnosmerno
- Radijalno
- Kombinovano



### **Prednosti** procesa hladnog istiskivanja

- Mogućnost dobijanja obradaka različitih geometrijskih oblika za relativno kratko vreme
- Visok stepen iskorišćenja materijala i energije
- Deformaciono ojačan materijal
- Visoka tačnost i kvalitet obrađene površine

### **Ograničenja** procesa hladnog istiskivanja

- Oblik obratka
- Deformabilnost materijala
- Opterećenje alata
- Ekonomski faktori (veličina serije)

## **Određivanje ostvarenog stepena deformacije u procesu istiskivanja**

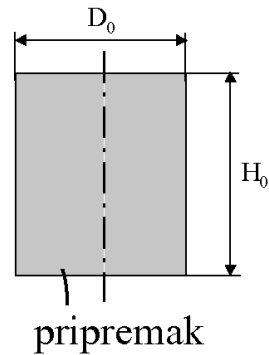
Jedan od načina da se odredi logaritamska deformacija u procesu istiskivanja je na osnovu promene površine poprečnog preseka.

$$\varphi = \ln \frac{A_0}{A}$$

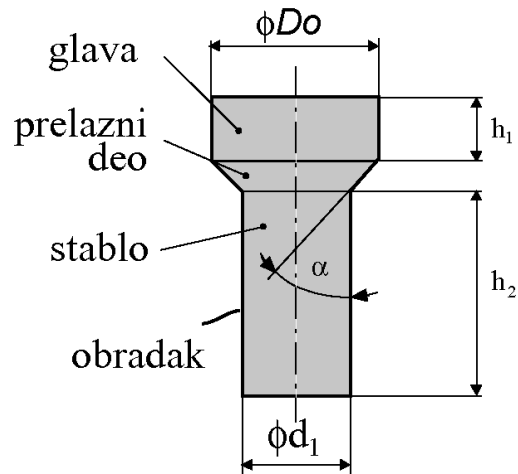
gde su:

- $A_0$  površina poprečnog preseka priprema
- $A$  površina poprečnog preseka gotovog dela

# Logaritamska deformacija kod istosmernog istiskivanja

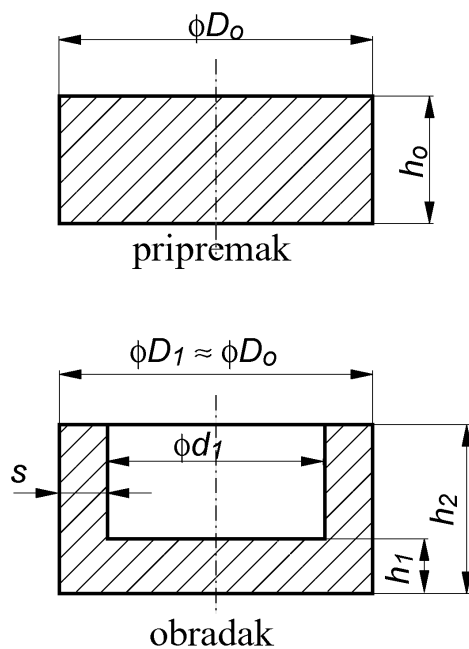


$$\varphi = \ln \frac{A_0}{A} = \ln \frac{\frac{D_0^2 \pi}{4}}{\frac{d_1^2 \pi}{4}} = \ln \frac{D_0^2}{d_1^2}$$



$$\varphi = 2 \ln \frac{D_0}{d_1}$$

# Logaritamska deformacija kod suprotnosmernog istiskivanja



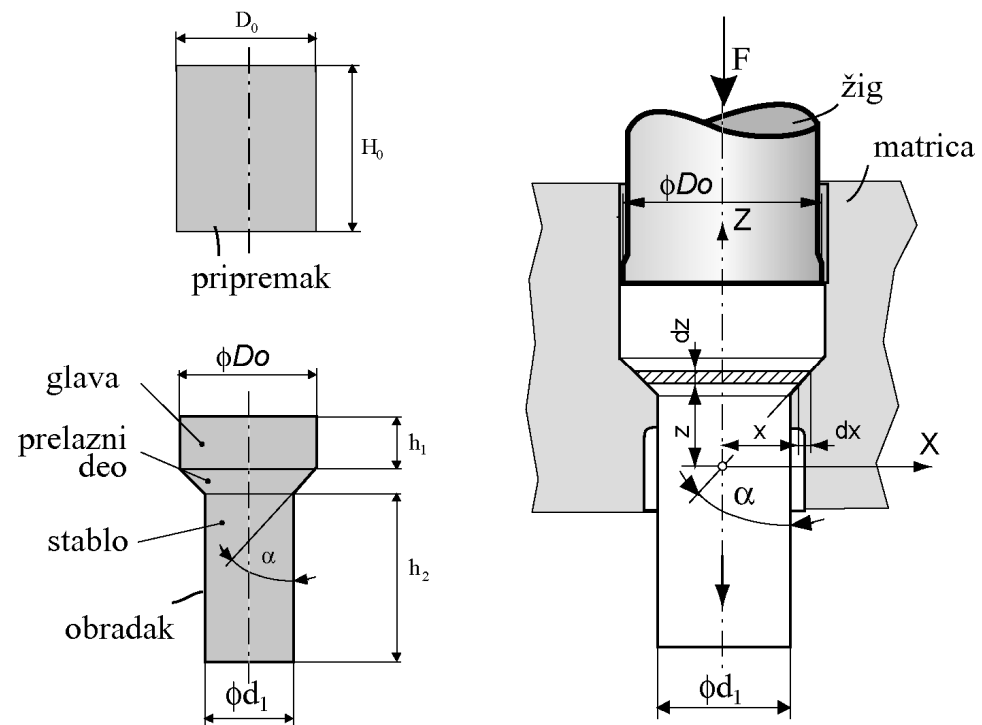
$$\varphi = \ln \frac{A_0}{A} = \ln \frac{\frac{D_0^2 \pi}{4}}{\frac{(D_0^2 - d_1^2) \pi}{4}}$$

$$\varphi = \ln \frac{D_0^2}{D_0^2 - d_1^2}$$



# Istosmerno istiskivanje

U procesu istosmernog istiskivanja materijal se istiskuje kroz matricu u istom smeru u kome deluje deformaciona sila. U ovom procesu postiže se redukcija poprečnog preseka. Osim punih, istosmerno se mogu istiskivati i šuplji delovi.



## Deformaciona sila u procesu istosmernog istiskivanja

$$F = A_0 K_{sr} \varphi + A_0 K_{sr} \varphi \left( \frac{\mu}{\alpha} + \frac{2\alpha}{3\varphi} \right) + 4\mu K_0 \frac{h_0}{D_0} A_0$$

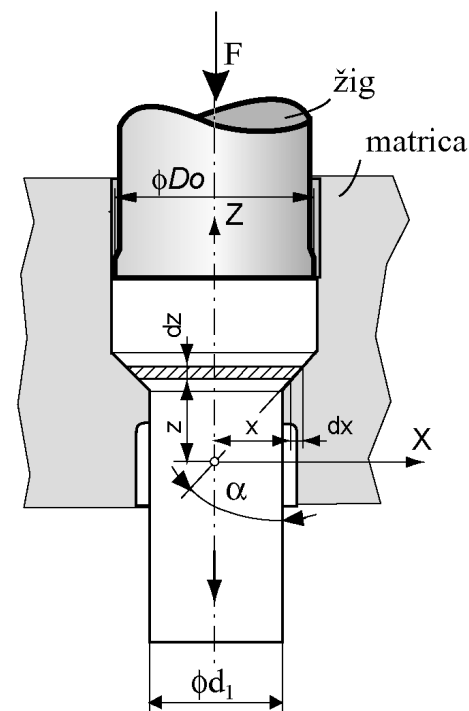
$$F = A_0 p$$

$F_{id}$  – deformaciona sila idealne deformacije, bez trenja na kontaktnim površinama i bez unutrašnjeg trenja

$F_{t1}$  – komponenta deformacione sile potrebna za savladavanje otpora trenja na kontaktnim površinama u konusnom delu matrice

$F_{t2}$  – komponenta deformacione sile potrebna za savladavanje unutrašnjeg trenja usled promene pravca toka vlakana

$F_{t3}$  – komponenta deformacione sile potrebna za savladavanje otpora trenja na kontaktnim površinama u cilindričnom delu matrice



$$F = A_0 K_{sr} \varphi + A_0 K_{sr} \varphi \left( \frac{\mu}{\alpha} + \frac{2}{3} \frac{\alpha}{\varphi} \right) + 4\mu K_0 \frac{h_0}{D_0} A_0$$

- $A_0$  poprečni presek pripremk
- $K_{sr}$  srednja vrednost napona tečenja
- $K_0$  napon na granici plastičnog tečenja  $R_e$
- $K_1$  napon tečenja koji odgovara ostvarenom stepenu deformacije
- ostvareni stepen deformacije
- $\mu$  koeficijent trenja
- $\alpha$  ugao nagiba matrice u radjanima
- $h_0$  visina pripremk
- $D_0$  prečnik pripremk

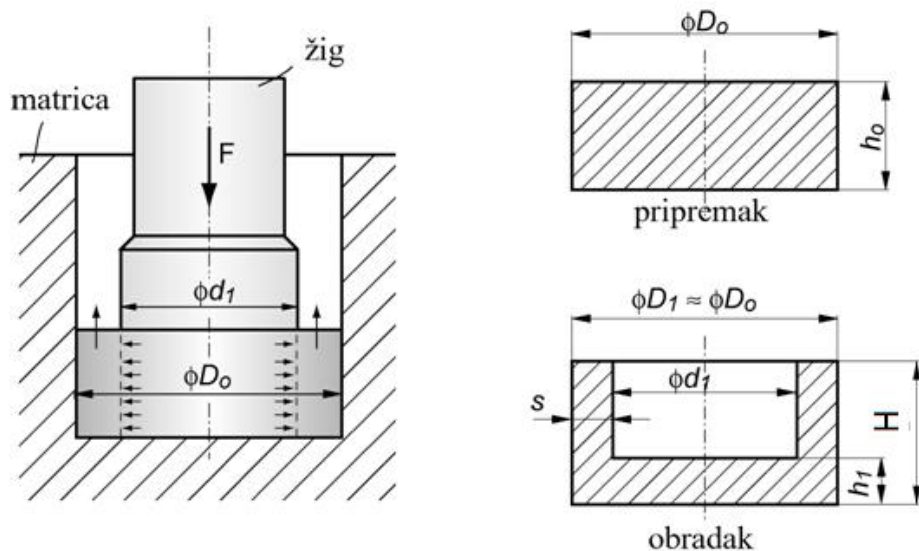
$$K_{sr} = \frac{K_0 + K_1}{2}$$

# Suprotnosmerno istiskivanje

U procesu suprotnosmernog istiskivanja materijal se istiskuje u smeru suprotnom od smera delovanja deformacione sile.

Prečnik žiga je manji od prečnika priprema i on određuje veličinu otovora u delu.

Kada žig počne da deluje na pripremak, materijal se istiskuje kroz zazor između žiga i matrice.

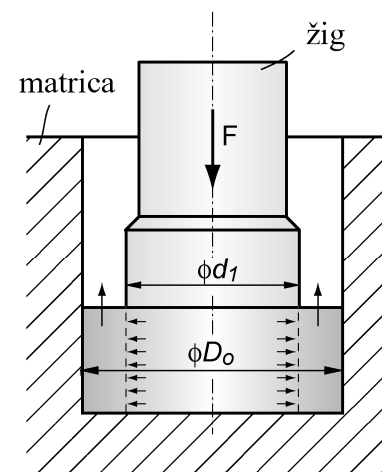


## Deformaciona sila u procesu suprotnosmernog istiskivanja

$$F = p \cdot A = p \cdot \frac{d_1^2 \pi}{4}$$

$$p = K_0 \left( 1 + \frac{\mu D}{3 h} \right) + K \left[ 1 + \frac{h_0}{s} \left( 0,25 + \frac{\mu}{2} \right) \right]$$

$$s = \frac{D_0 - d_1}{2}$$

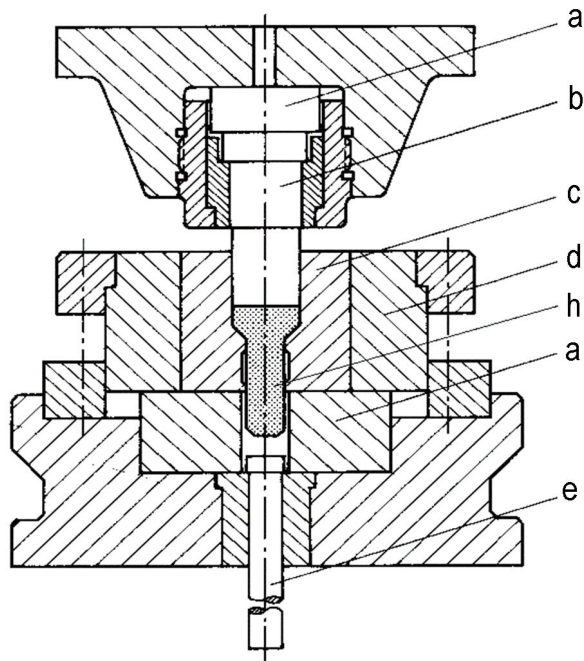


## Deformacioni rad u procesu suprotnosmernog istiskivanja

$$W = F(h_0 - h)$$

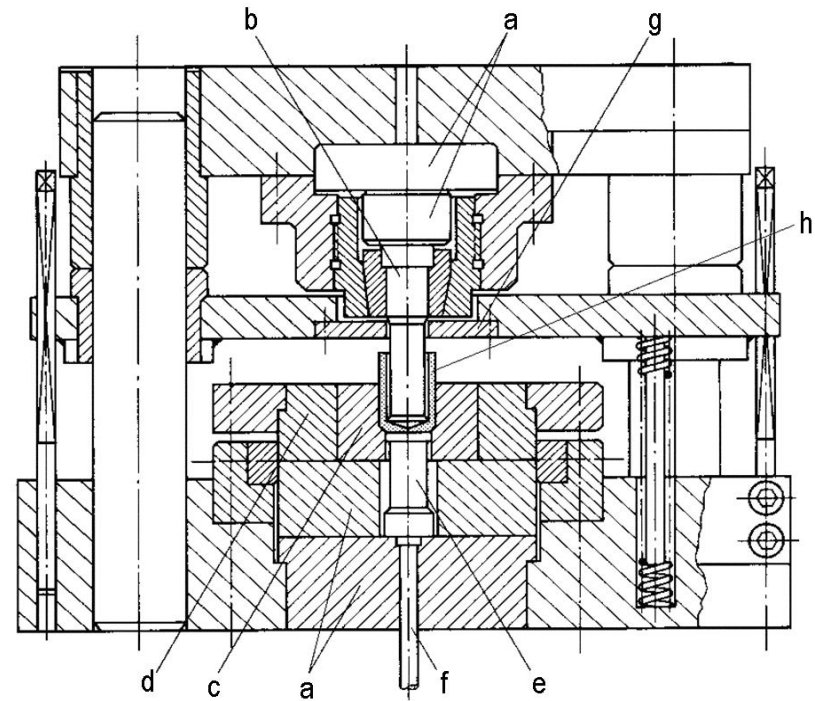
# Alati za istiskivanje

## Istosmerno istiskivanje



a – pritisna ploča  
b – žig  
c – matrica

## Suprotnosmerno istiskivanje



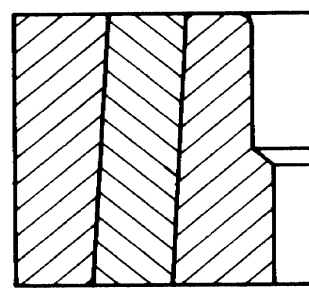
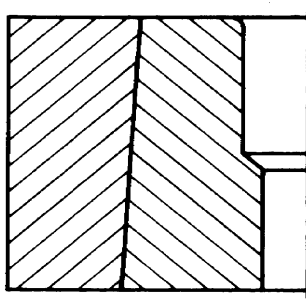
d – ojačavajući prsten  
e, f – izbacivač obratka  
g – skidač obratka  
h – radni komad

## Matrica

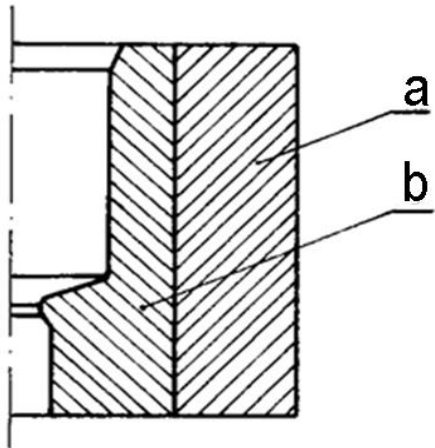
Usled pritiska koji nastaje u procesu istiskivanja u matrici se javljaju visoke vrednosti tangencijalnih i radijalnih napona. Zbog pojave ovih napona potrebno je ojačavanje matrice koje se izvodi pomoću posebnih prstenova koji se montiraju na spoljašnju površinu matrice. Broj prstenova zavisi od unutrašnjeg pritiska koji deluje na matricu u radijalnom pravcu.

Ako je unutrašnji pritisak:

- $p \leq 1000$  MPa nije potrebno ojačavanje matrice
- $p \leq 1600$  MPa potreban je jedan ojačavajući prsten
- $p \leq 2200$  MPa potrebna su dva ojačavajuća prstena
- $p \geq 2200$  MPa potrebna su tri ojačavajuća prstena

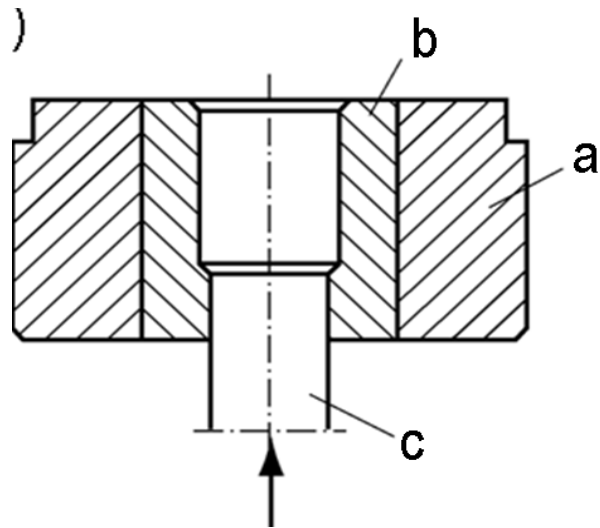


Ojačavanje matrice sa jednim i sa dva ojačavajuća prstena



Matrica za proces istosmernog istiskivanja

a – ojačavajući prsten; b – matrica



Matrica za proces suprotnosmernog istiskivanja

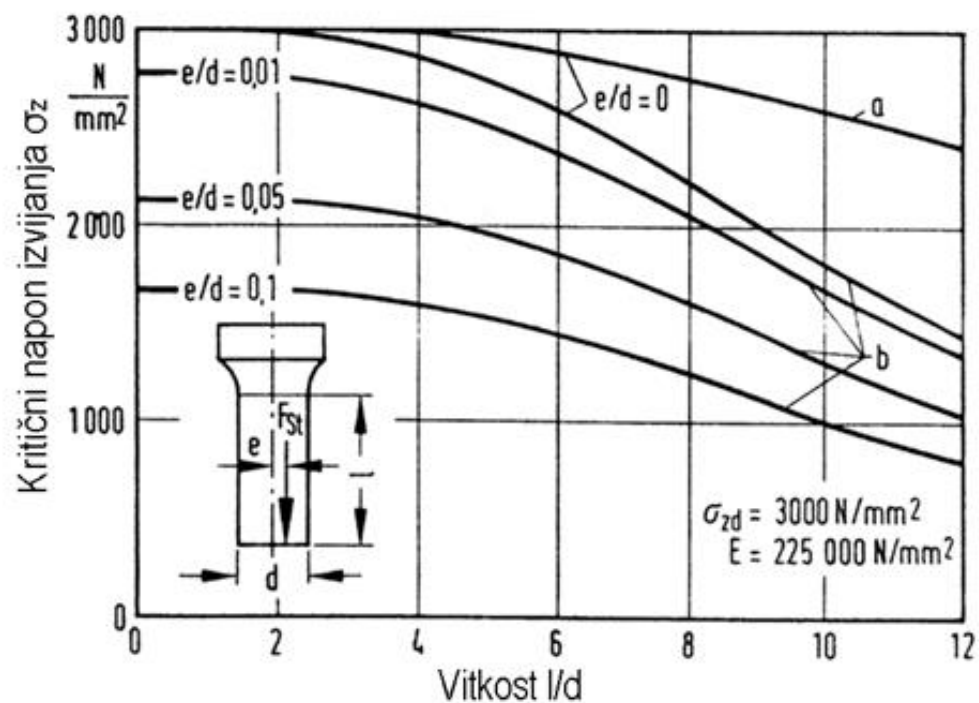
a – ojačavajući prsten; b – matrica; c – dno matrice/izbacivač



# Žig

Žig pored matrice predstavlja najopterećeniji deo alata.

Odnos dužine i prečnika žiga  $l/d$  naziva se vitkost žiga. Vitkost bi trebala da bude što manja, najčešće iznosi od 3 do 4.



Za alatne čelike postoji preporuka da pritisak na žigu ne bi trebalo da prelazi 2500 N/mm<sup>2</sup>.

## **Mašine za hladno istiskivanje**

Za izvođenje procesa hladnog istiskivanja koriste se i mehaničke i hidraulične prese.

Hidraulične prese zbog svojih karakteristika (mogućnost ostvarivanja velikih sila, jednostavno podešavanje veličine hoda i brzine) više odgovaraju zahtevima hladnog istiskivanja.

Ako se u procesu zahteva veća brzina (veći broj hodova u minuti), uspešno se primenjuju i mehaničke prese.

## **Podmazivanje u procesu hladnog istiskivanja**

Visoki pritisci koji se javljaju između obratka i alata u procesu hladnog istiskivanja mogu dovesti do istiskivanja sredstva za podmazivanje i direktnog kontakta između materijala obratka i materijala alata. Kada se materijal obratka kreće po materijalu alata bez sredstva za podmazivanje može doći do hladnog zavarivanja.

Zbog toga je razvijen poseban postupak podmazivanja – fosfatiranje.

Ovaj postupak podrazumeva nanošenje fosfatnog sloja na površinu pripremljena. Fosfatni sloj hemijskim putem vezuje sredstvo za podmazivanje, tako da je ono stalno prisutno na kontaknoj površini između obratka i alata, čak i pod dejstvom visokih pritisaka.

Fosfatni sloj je takođe deformabilan. To znači da se u toku procesa istiskivanja fosfatni sloj deformiše zajedno sa površinom na koju je nanet.

# Operacije nanošenja fosfatnog sloja

