

Tlačno preoblikovanje

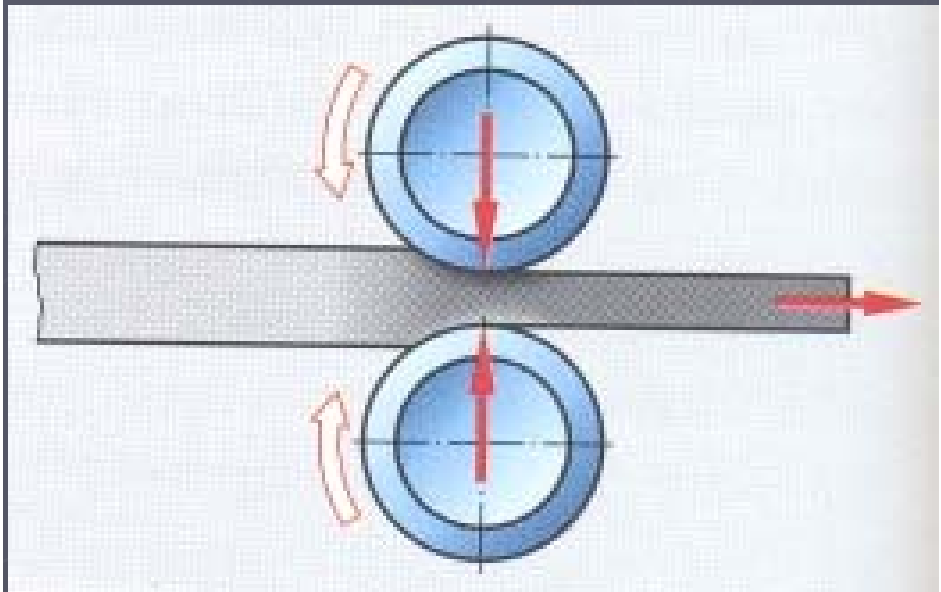
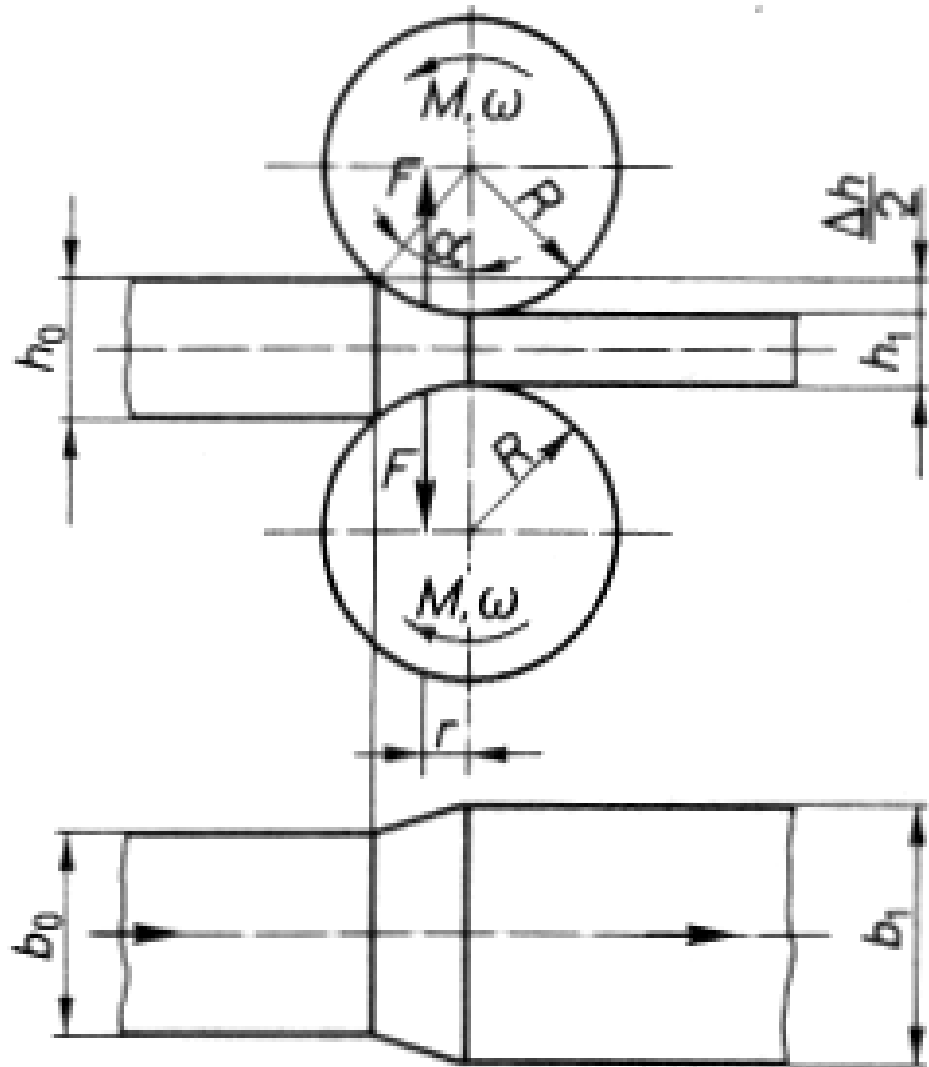
- ▶ Valjanje, kovanje, utopno kovanje, vtiskovanje, iztiskovanje
- ▶ Izdelujejo se polizdelki; palice, cevi, žica, pločevina, odkovki itd
- ▶ Preoblikovanje v hladnem - $\varphi_h \approx 0.7$
- ▶ Preoblikovanje v vročem - $\varphi_h \approx 1.6$

3.2.1.1. Valjanje

- ▶ Je postopek kontinuiranega preoblikovanja obdelovanca med dvema enako se vrtečima valjema
- ▶ Višina obdelovanca se zmanjša, dolžina se poveča, ob določenih pogojih pa tudi širina
- ▶ Postopek valjanja je zelo razširjen
- ▶ V metalurgiji se uporablja valjanje za proizvodnjo pločevine in profilov
- ▶ V strojništvu valjanje navojev, gladilno valjanje, kovaško valjanje, izdelava gravur, napisov in podobno

- ▶ Vzдолžno valjanje
- ▶ Prečno valjanje
- ▶ Poševno valjanje

Osnovni princip valjanja



- Specifična deformacija po višini je:

$$\varepsilon_h = \frac{h_0 - h_1}{h_0} \cdot 100\% = \frac{\Delta h}{h_0} \cdot 100\%$$

- Specifična deformacija prereza je:

$$\varepsilon_A = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \cdot 100\%$$

- Primerjalna logaritemska deformacija, če je Δb zanemarljivo:

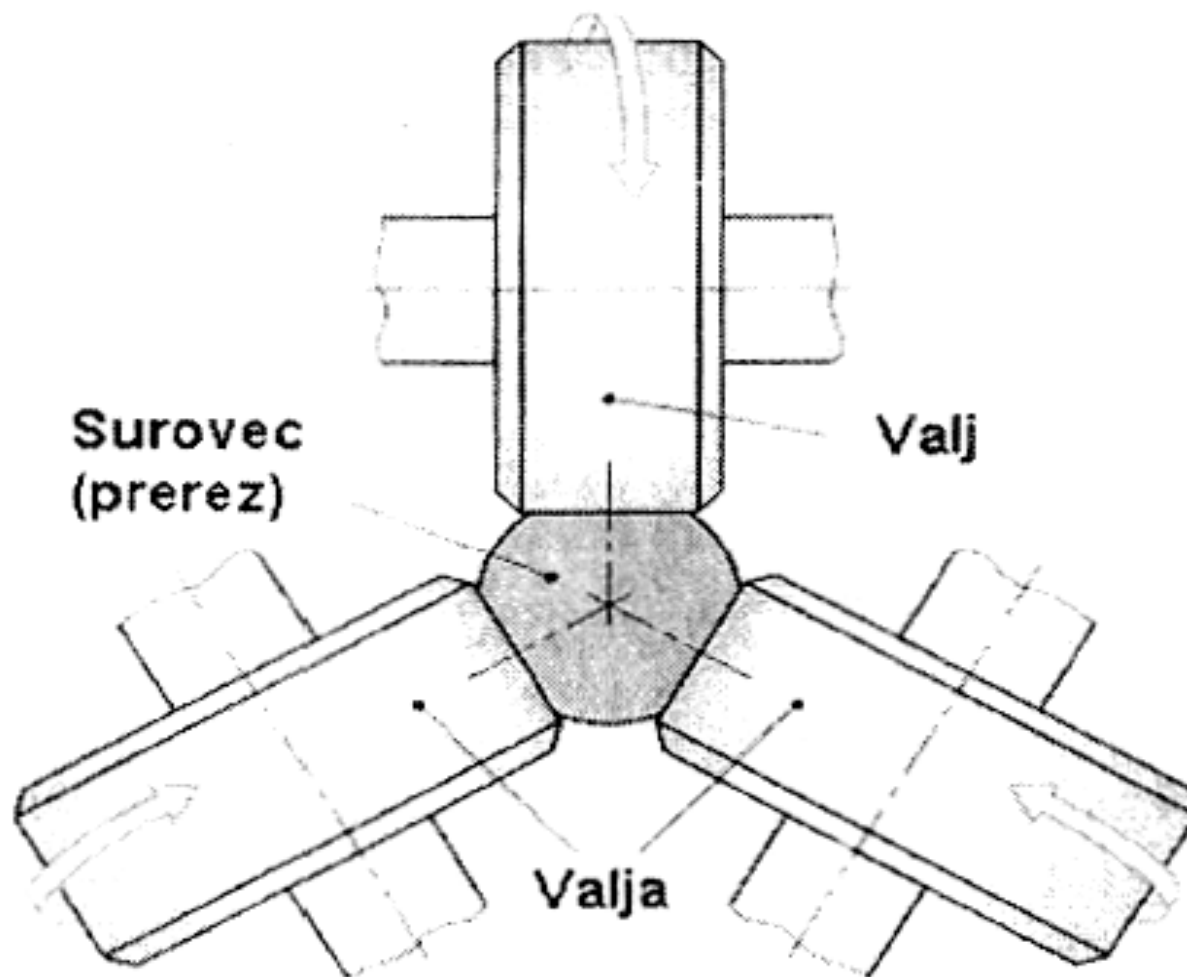
$$\varphi_e = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \ln \frac{h_0}{h_1}$$

- Povečanje širine je:

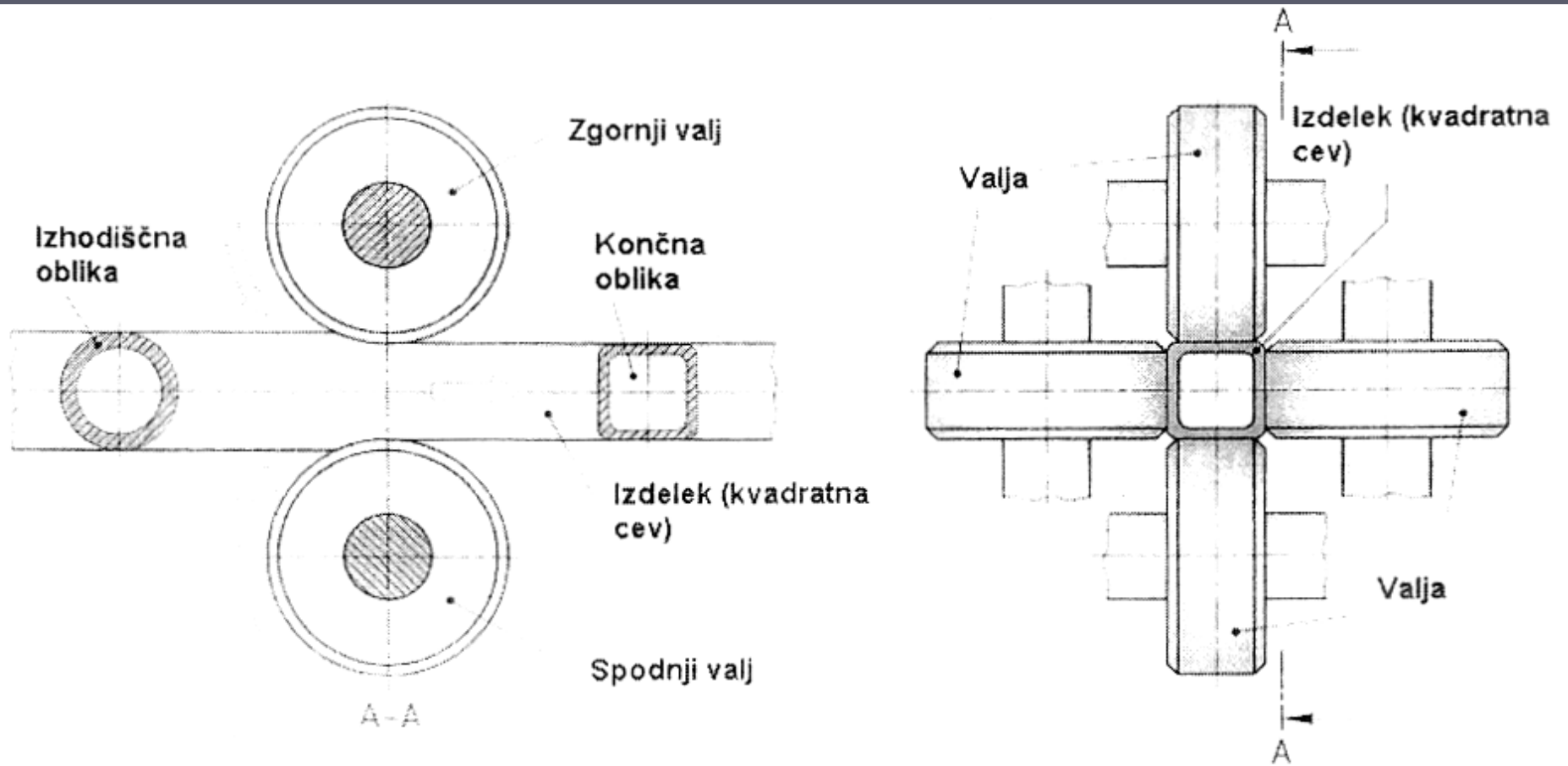
$$b_1 = b_0 + \Delta b$$

$$b = c_1 \cdot l_d \cdot \frac{\Delta h}{h_0}$$

Vzdolžno valjanje

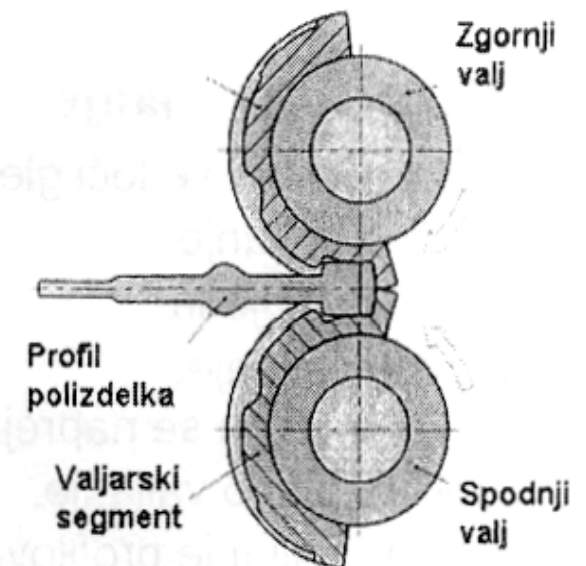
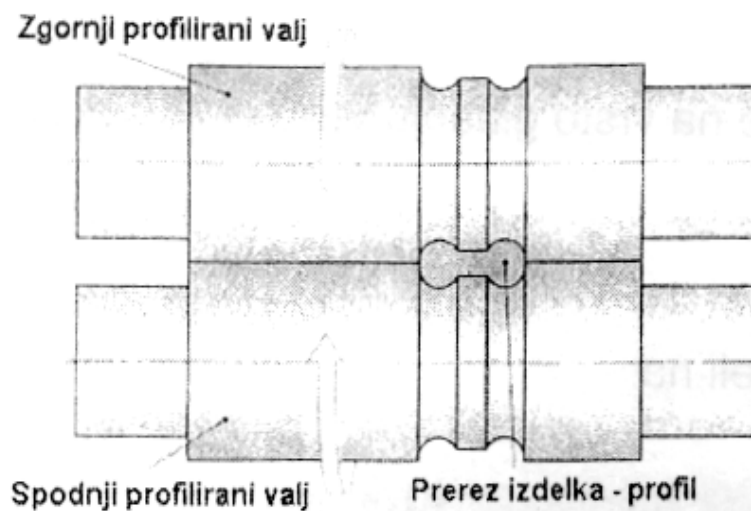
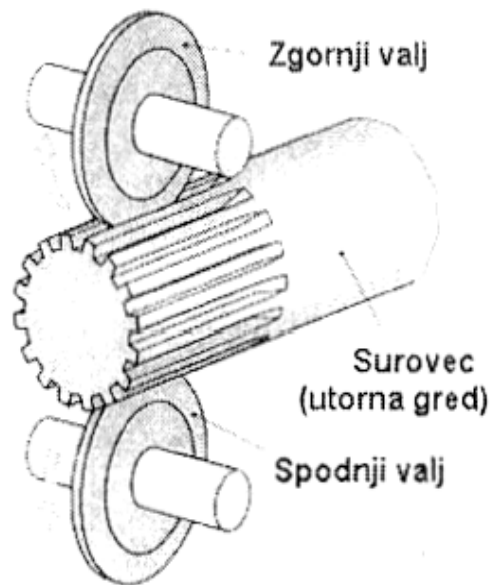


Valjanje palic

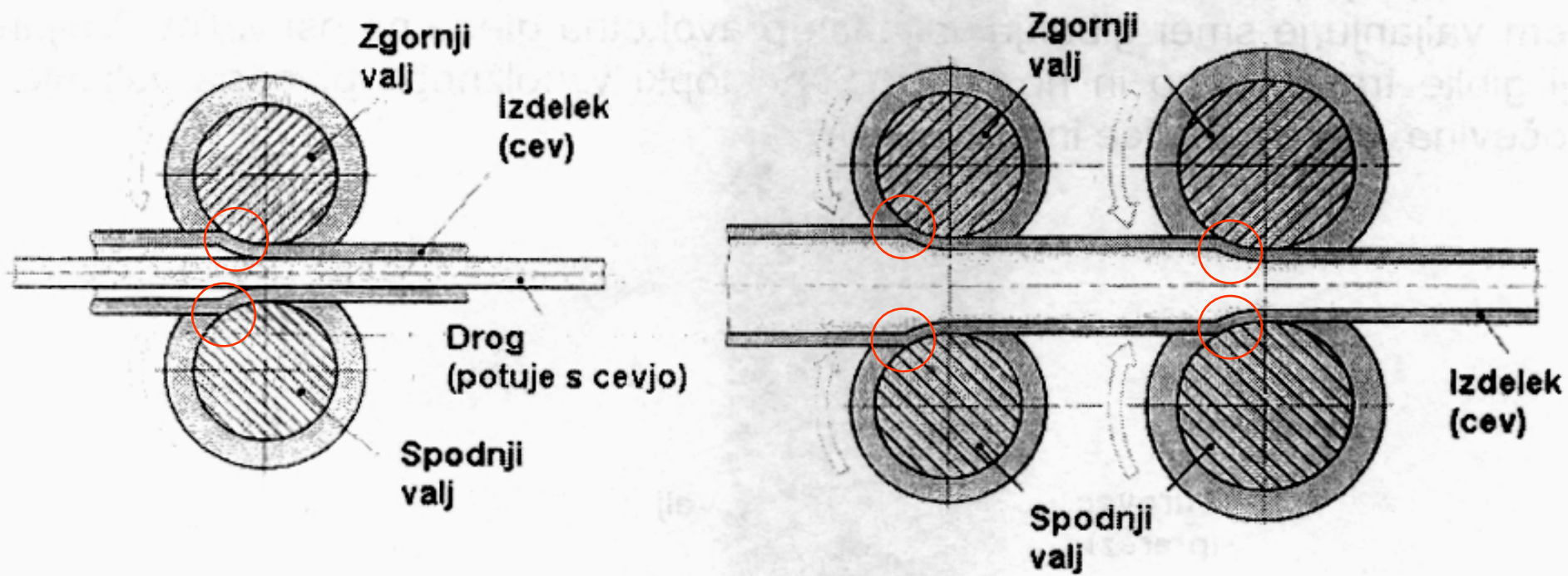


Valjanje kvadratne cevi



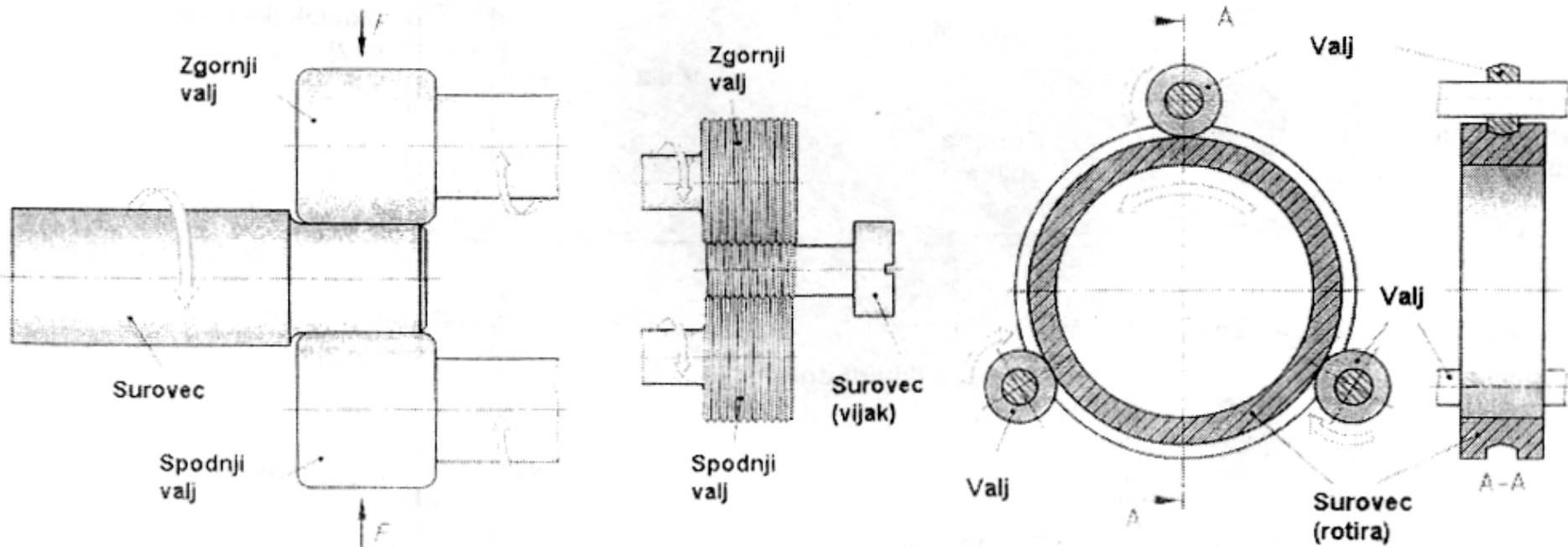


Valjanje utornih gredi, profilov in kovaško valjanje



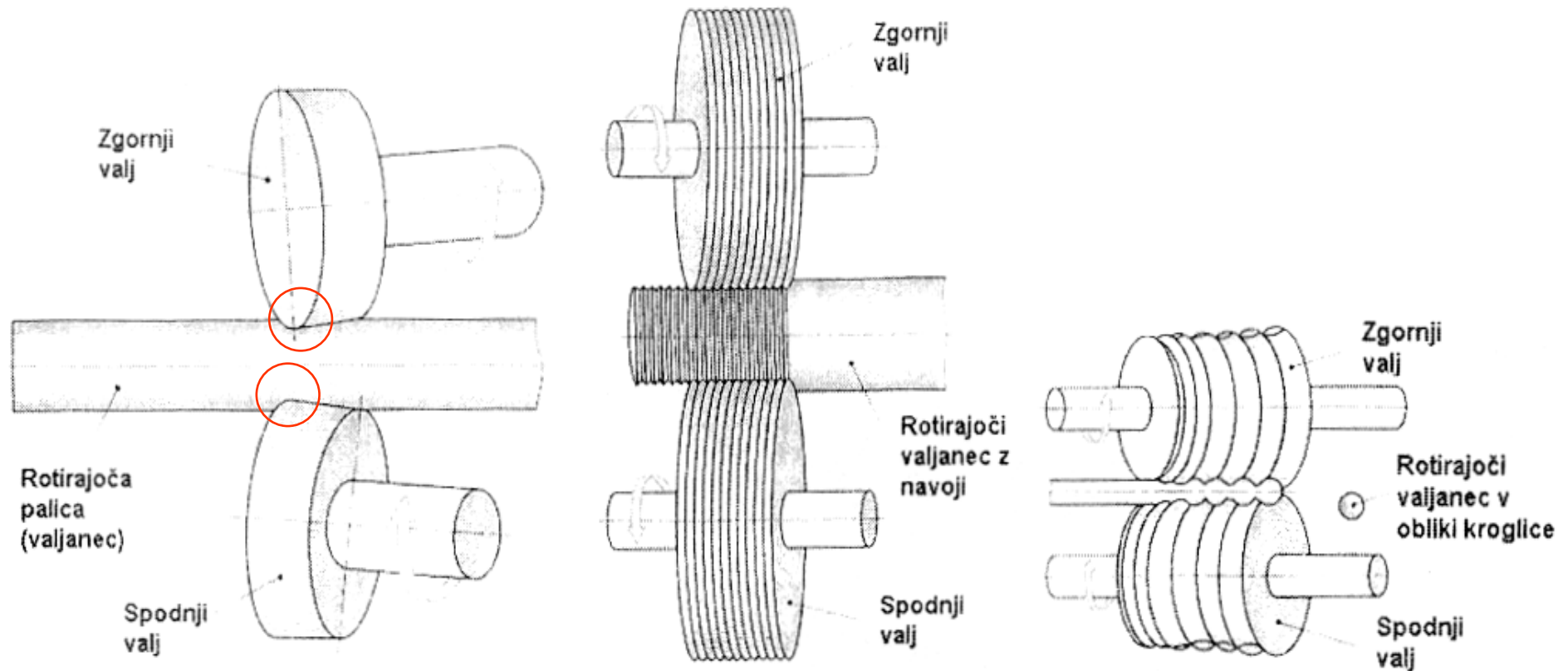
Valjanje cevi z in brez orodja

Prečno valjanje



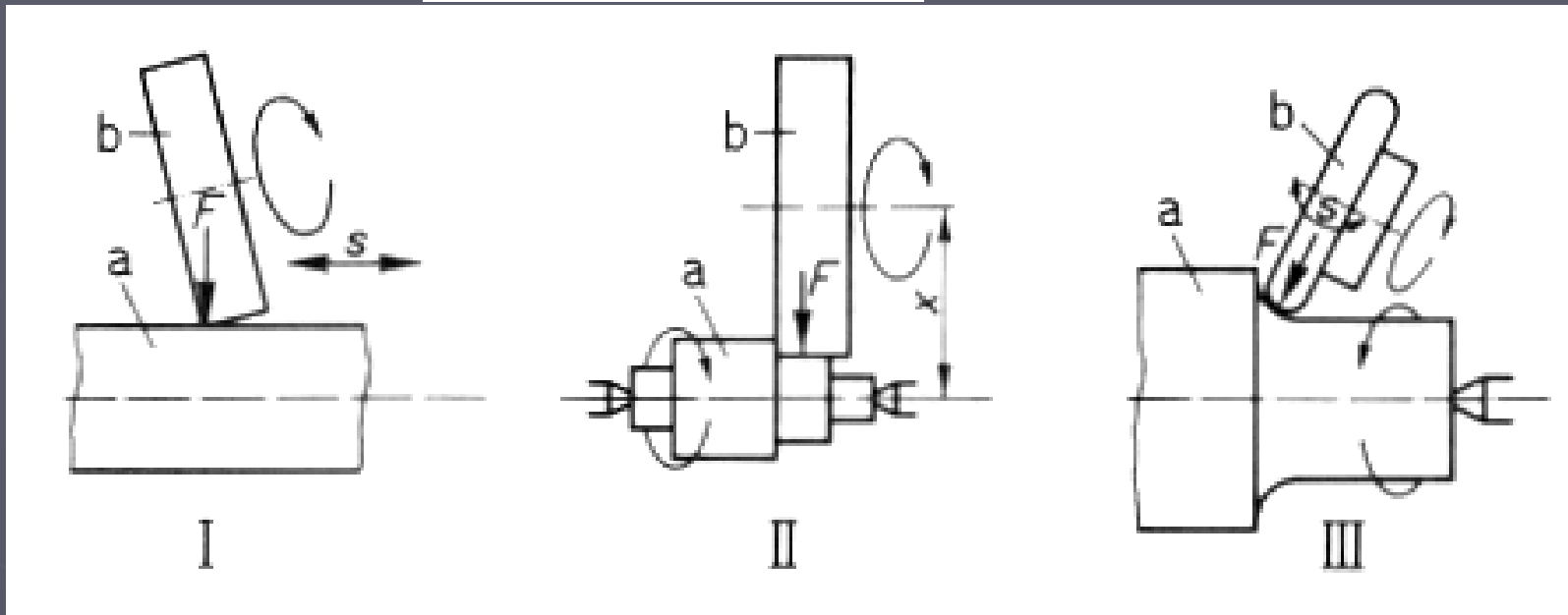
Primeri prečnega valjanja (fino valjanje čepov, valjanje navojev in profilno valjanje)

Poševno valjanje

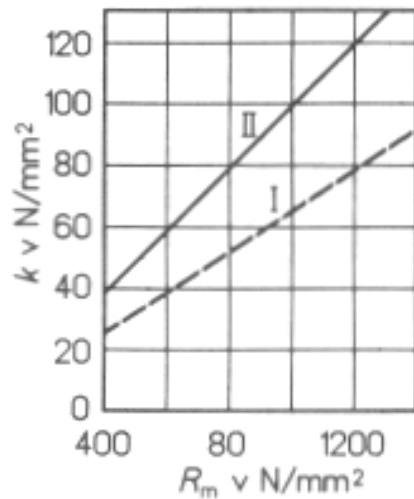


Poševno valjanje (glajenje cevi, valjanje navojev, valjanje kroglic)

Gladilno valjanje

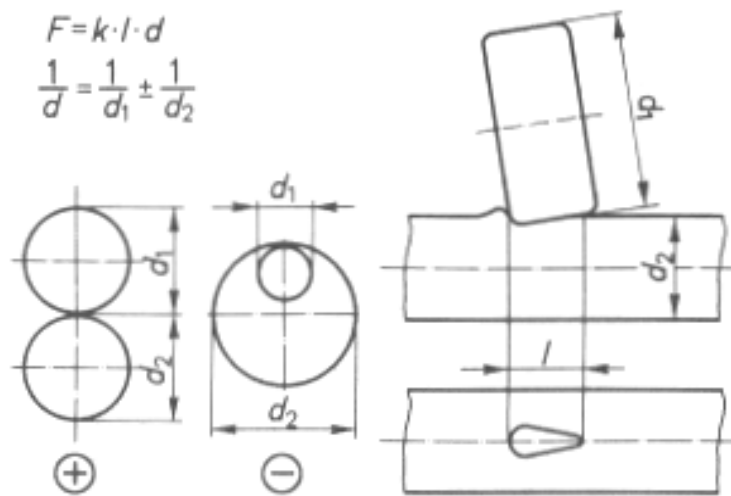


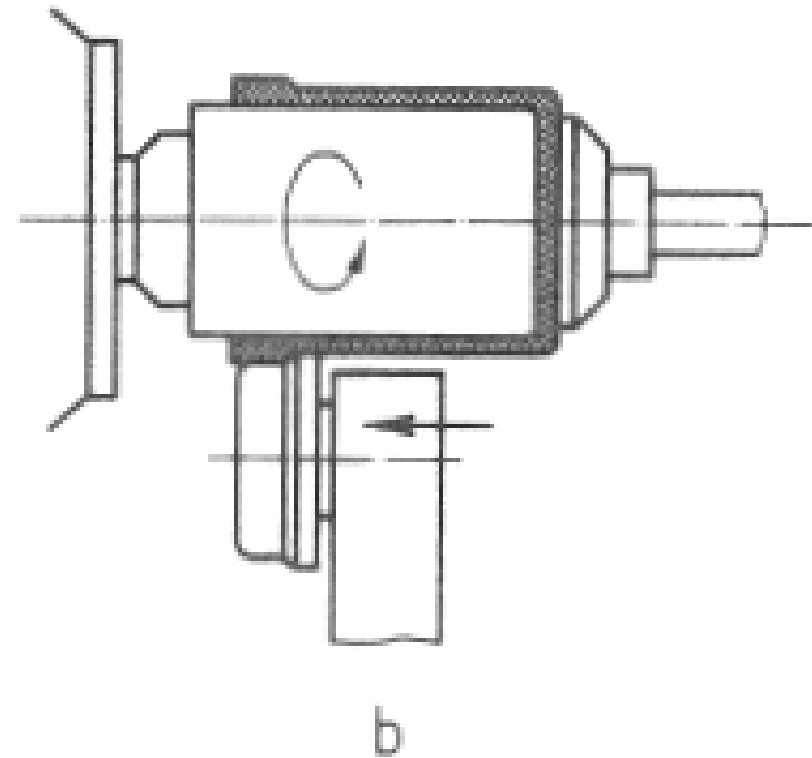
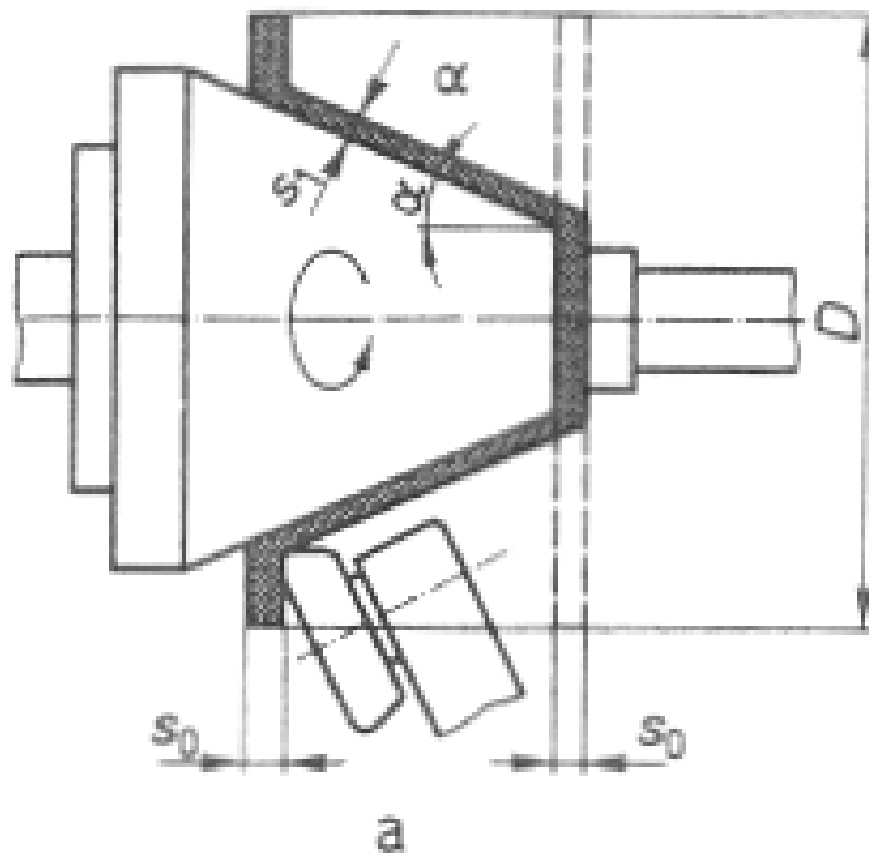
Dosežena kakovost površine je do Ra 0,1



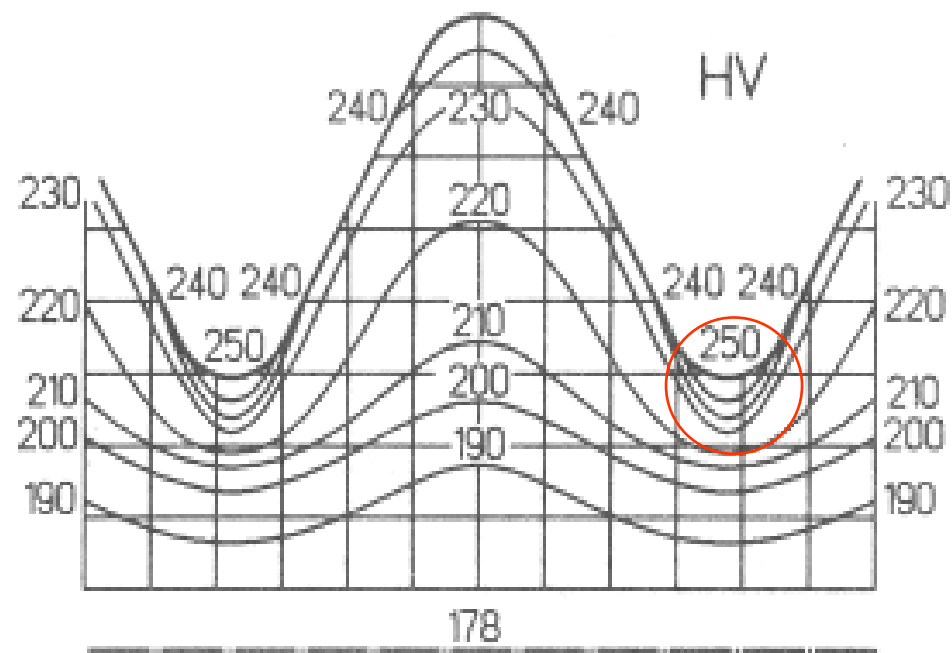
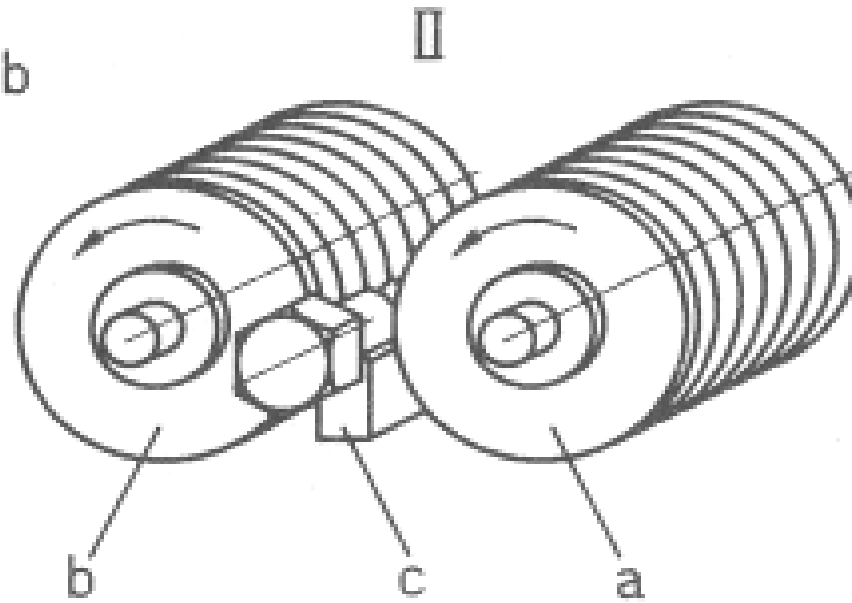
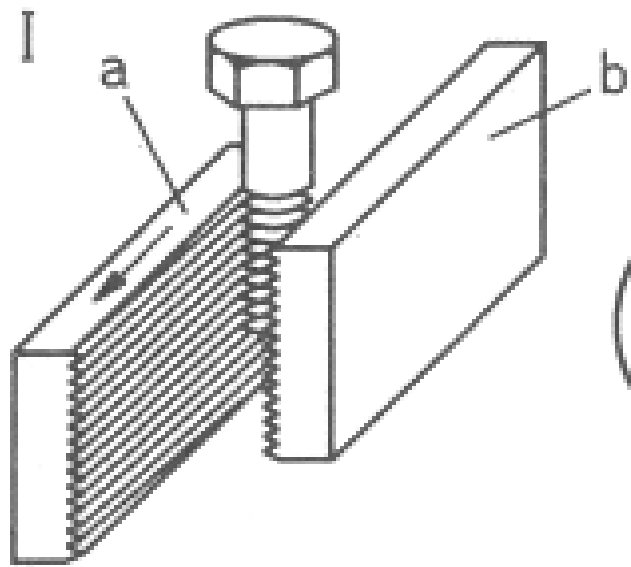
$$F = k \cdot l \cdot d$$

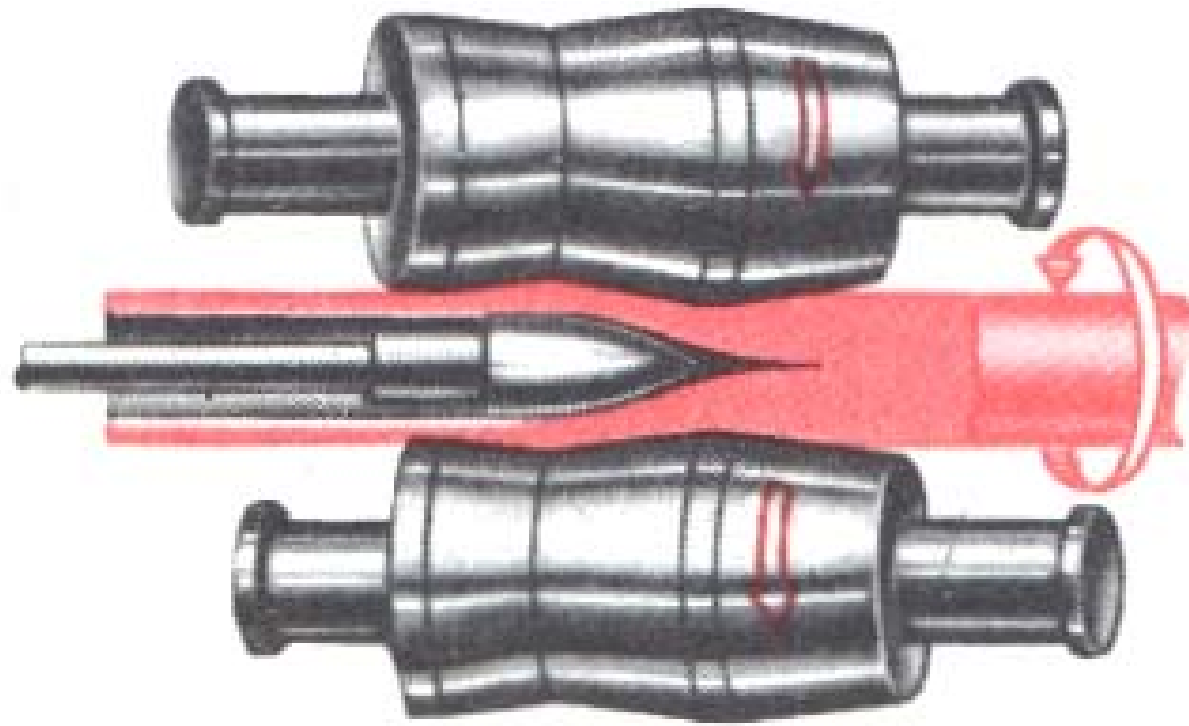
$$\frac{1}{d} = \frac{1}{d_1} \pm \frac{1}{d_2}$$





Potisno valjanje stožčastih (a) in cilindričnih (b) teles

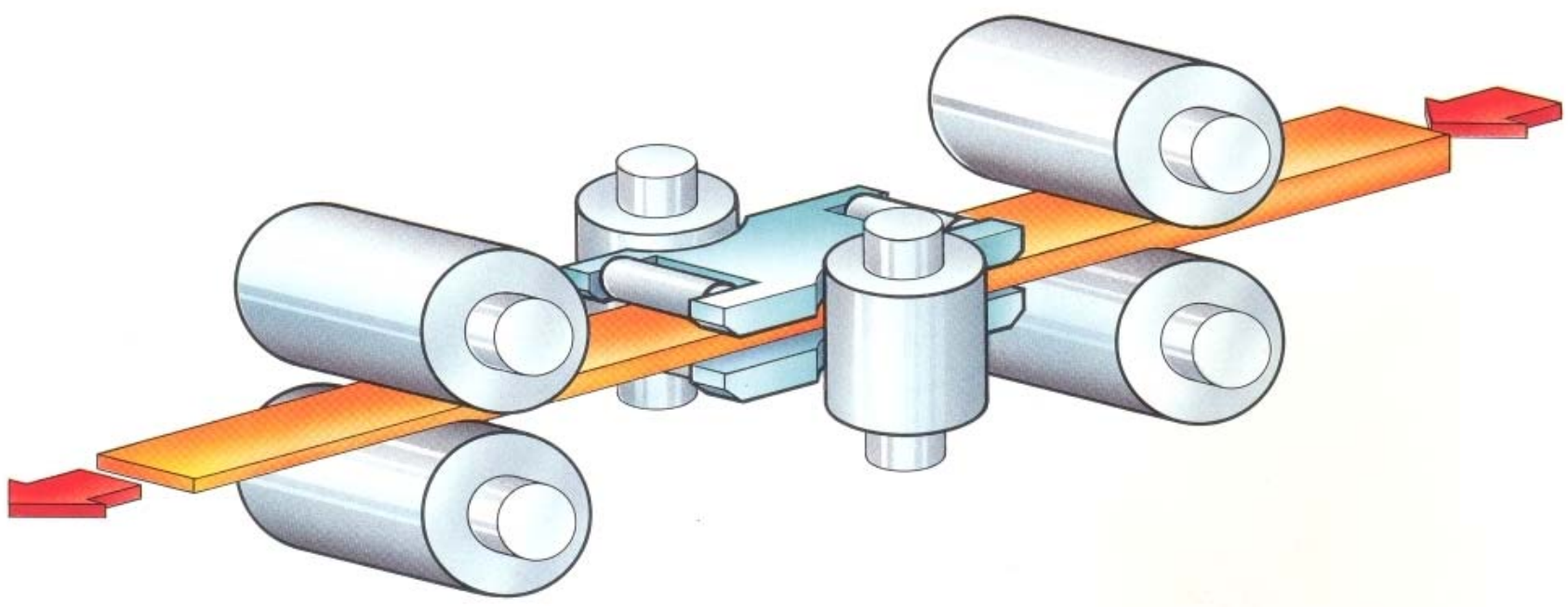
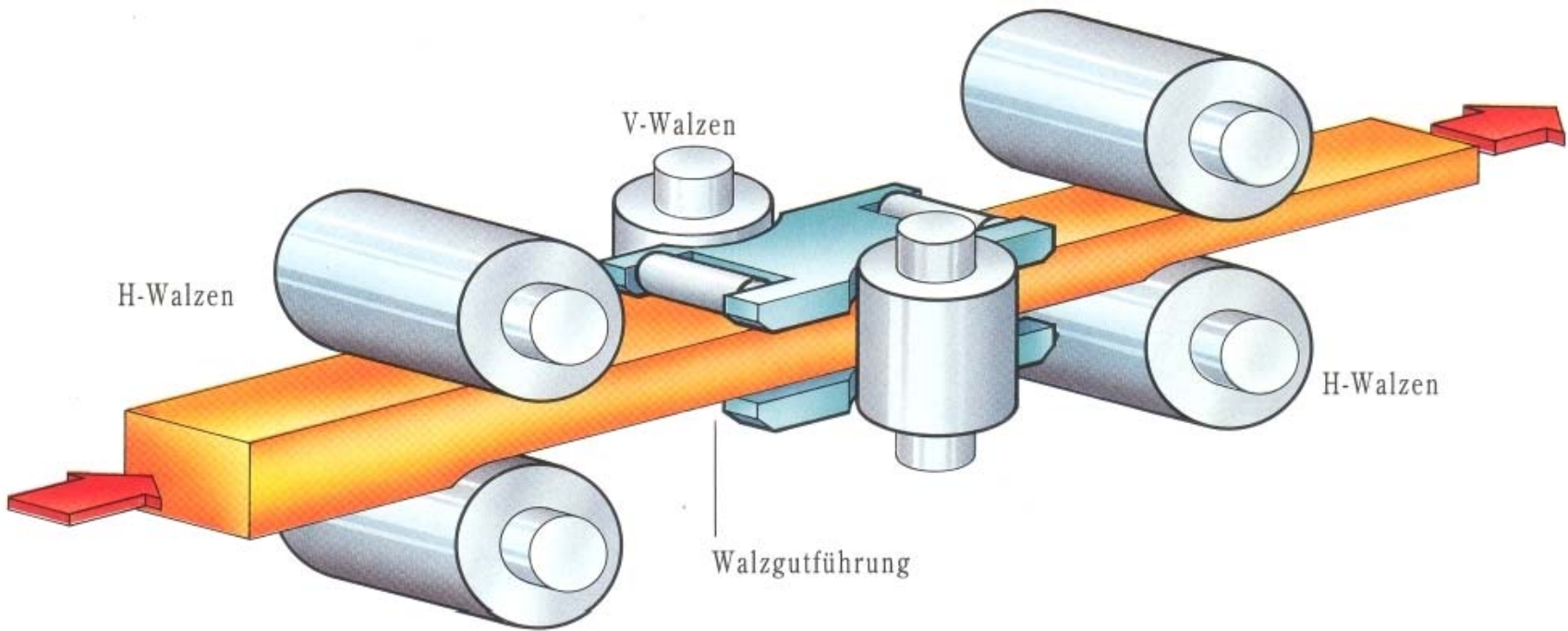




trn med koničnima valjarjema



pošev nastavljena konična valjarja



Prosto kovanje

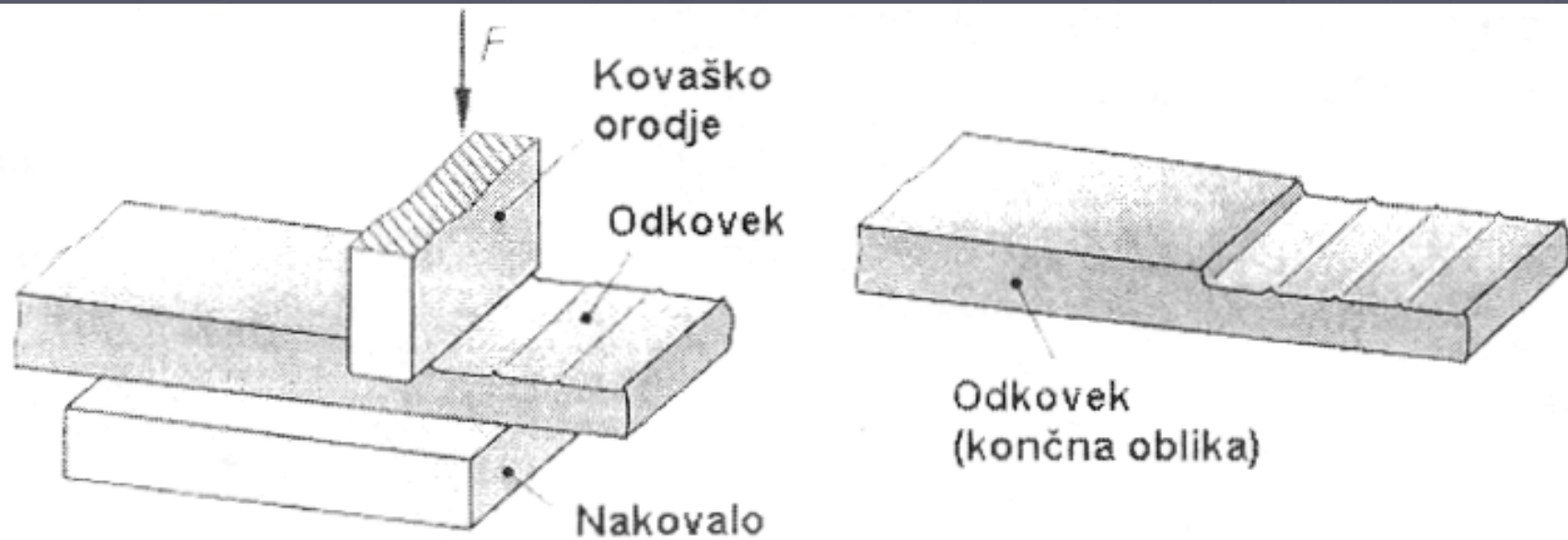
- ▶ Tlačno preoblikovanje, kjer se eden ali oba dela orodja gibljeta; deli se na:

1. Stiskanje (daljšanje, stopničenje, ravnanje)
2. Gnetenje palic
3. Širjenje
4. Krčenje
5. Oblikovanje s pritiskanjem
6. Krivljenje
7. Klepanje

Značilnosti prostega kovanja so:

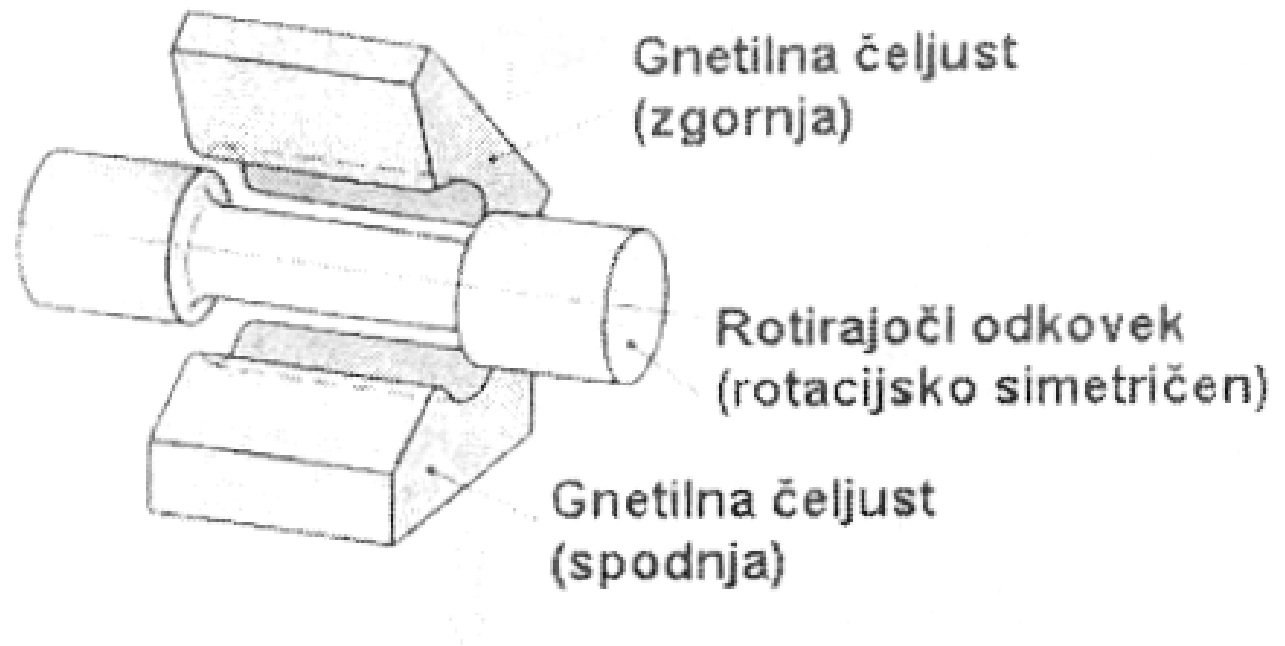
- ▶ Cenen postopek
- ▶ Prisotna je merska nenatančnost
- ▶ Slaba kvaliteta površine
- ▶ Primerno za manjše serije ali posamezne kose
- ▶ Umetniško kovanje

Stiskanje



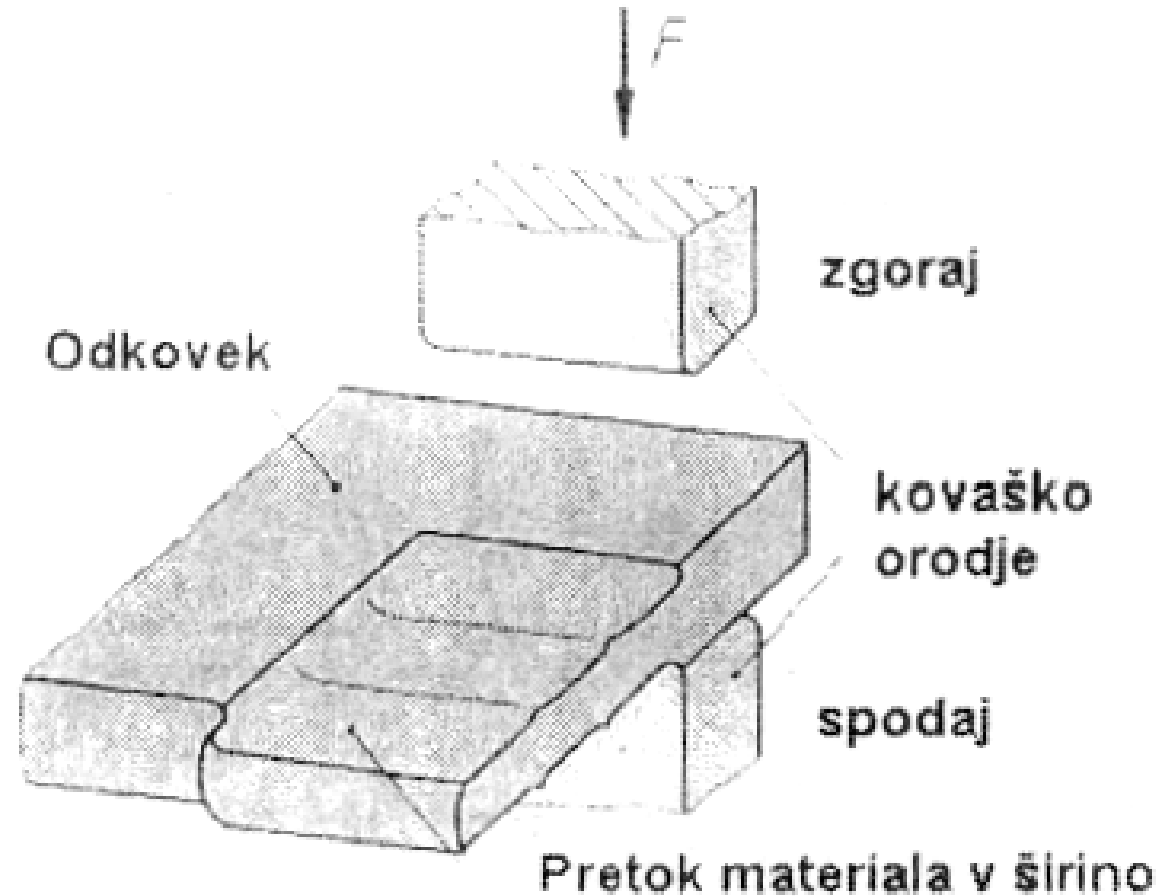
Stiskanje – prosto kovanje

Gnetenje okroglih palic



Gnetenje okroglih palic

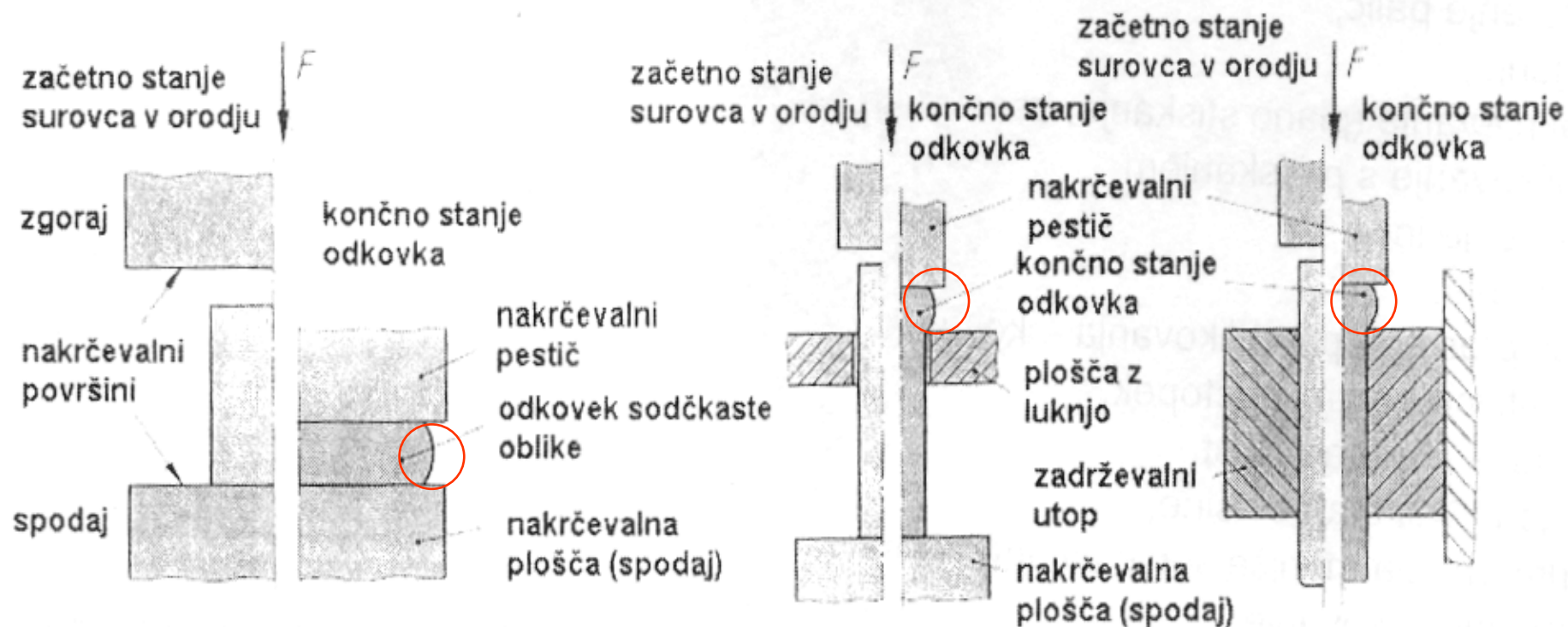
Širjenje



Širjenje

Krčenje

Med **nakrčevanjem** se zmanjšuje višina odkovka (glej spodnjo sliko).



Slika 91: Plano nakrčevanje in osno načrčevanje

Utopno kovanje

- ▶ Orodje z gravuro- UTOP
- ▶ Material v celoti zapolni gravuro
- ▶ Dela orodja se gibljeta drug proti drugemu

Prednosti utopnega kovanja so:

- ▶ Manjši odpad materiala
- ▶ Krajši čas izdelave
- ▶ Povečanje nosilnosti izdelka
- ▶ Izdelava zahtevnejših oblik

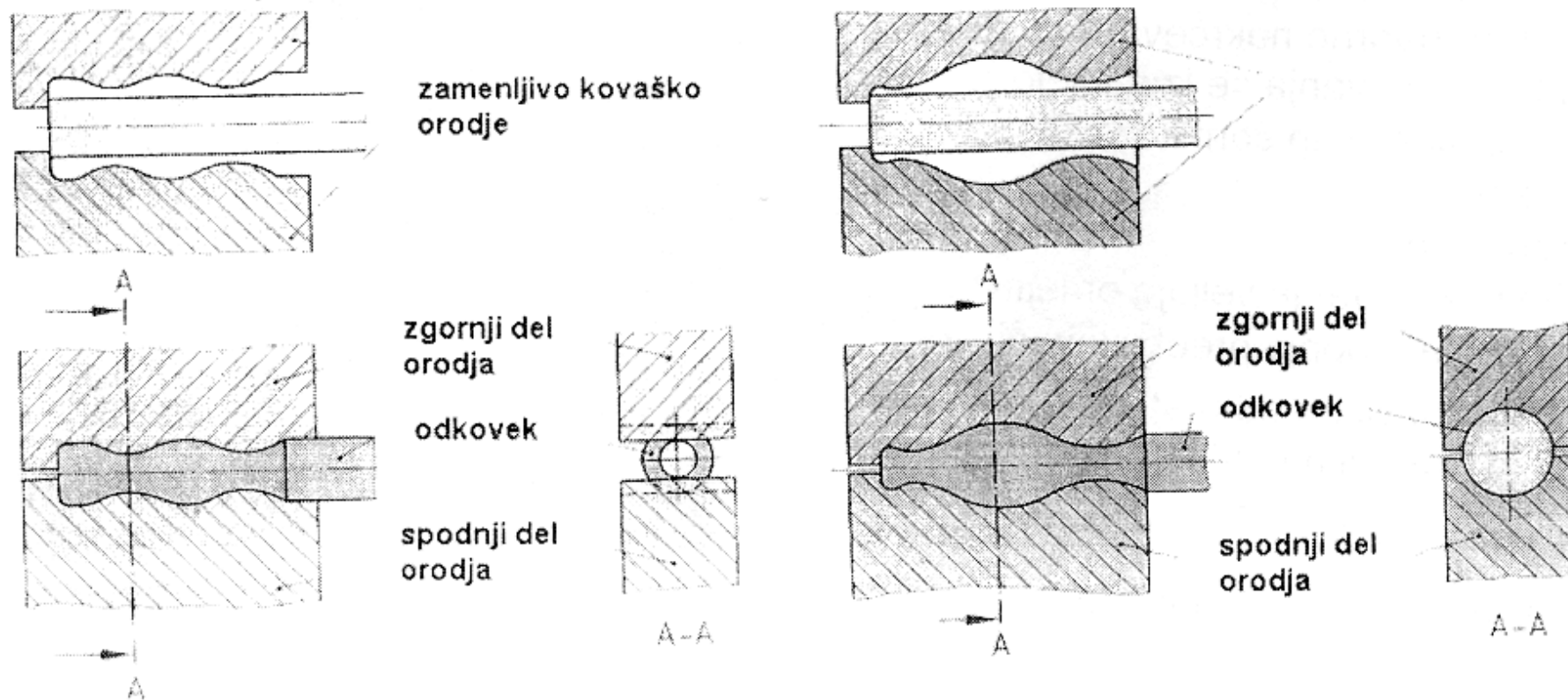
Glede na temperaturo kovanja ločimo:

a. Kovanje v hladnem:

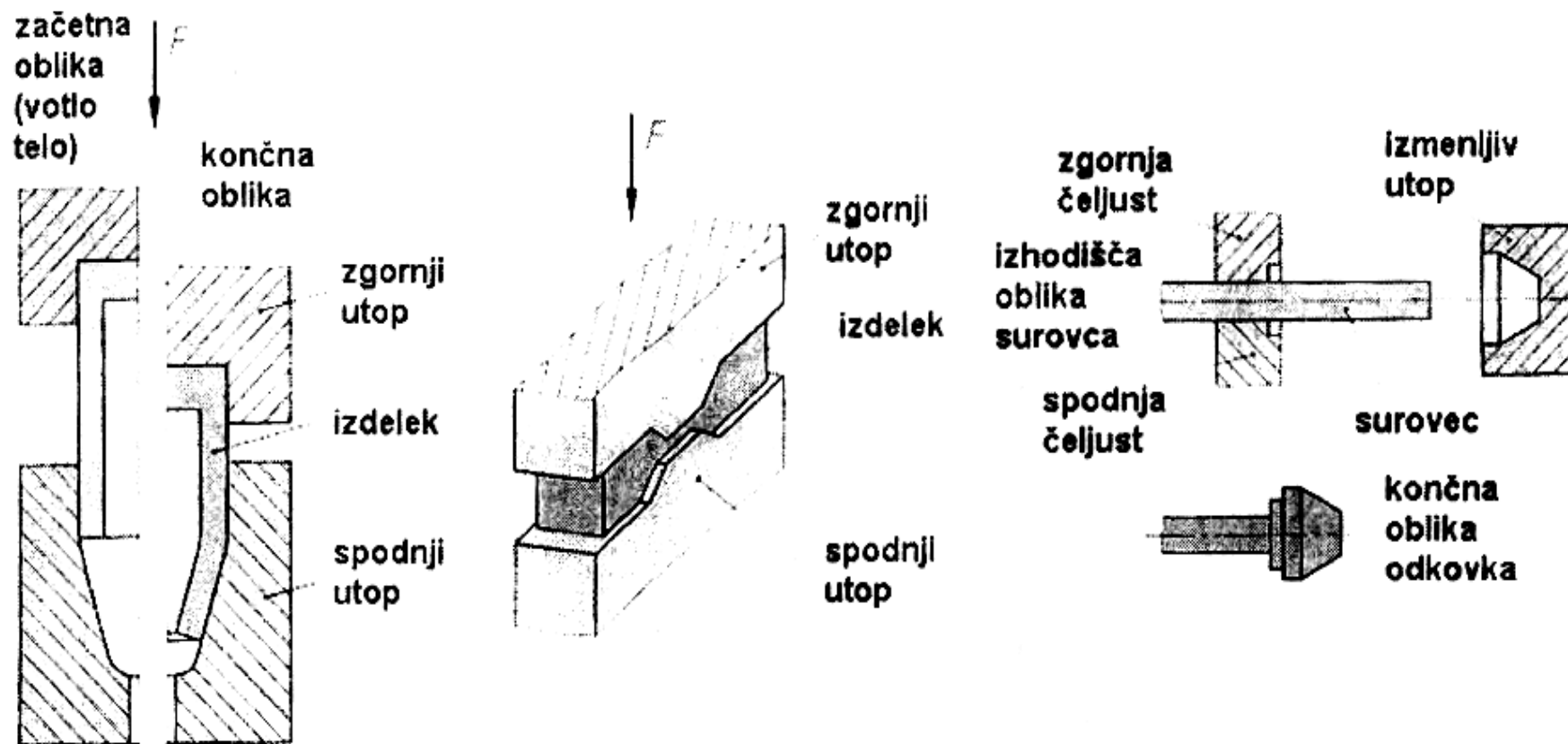
- ▶ Je bolj ekonomično, kot kovanje v vročem
- ▶ Boljša merska natančnost
- ▶ Boljše mehanske lastnosti; utrditev
- ▶ Gladka površina

b. Kovanje v vročem:

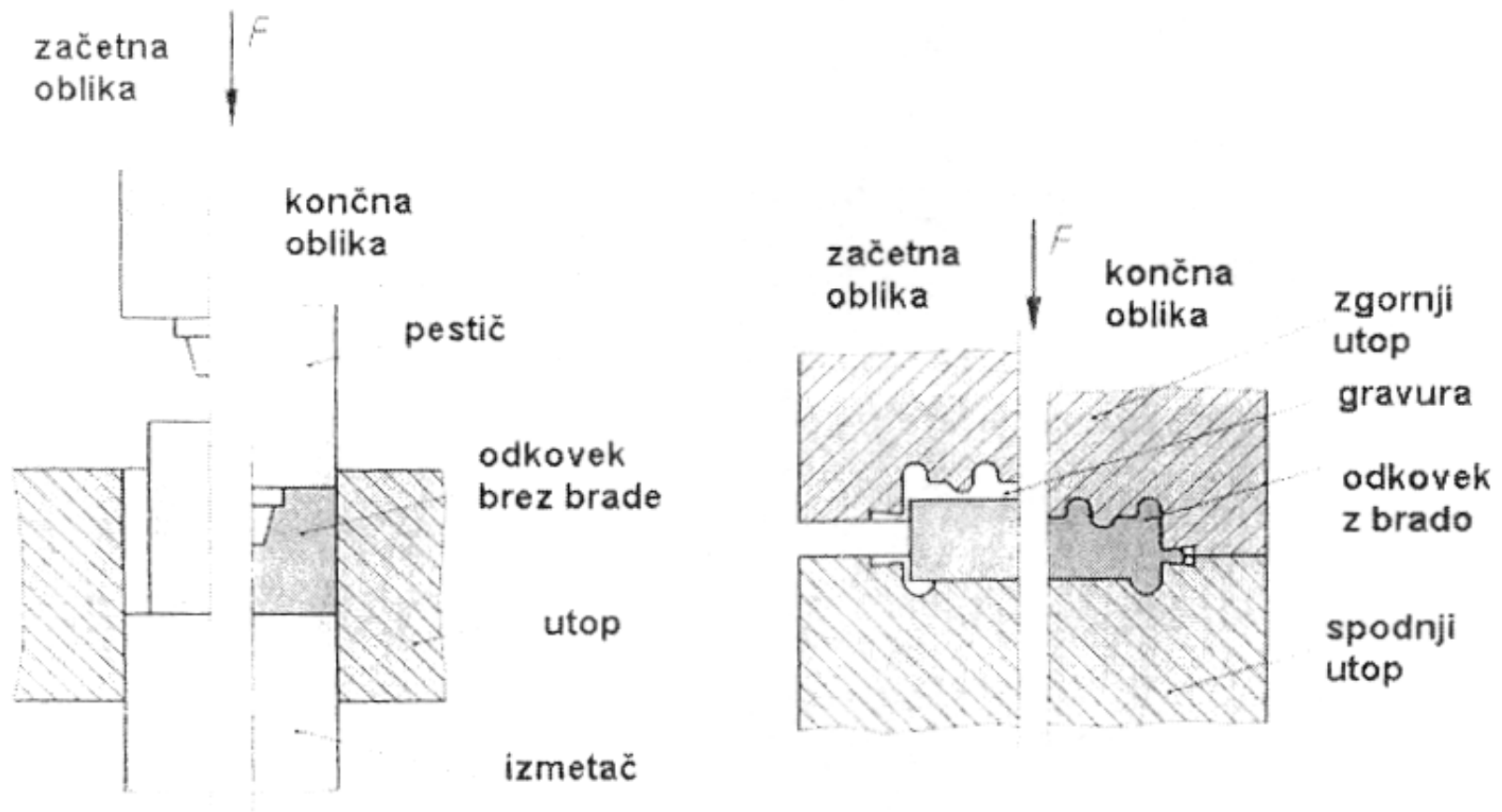
- ▶ Večja stopnja deformacije
- ▶ Manjše preoblikovalne sile
- ▶ Izdelava bolj zapletenih oblik
- ▶ Slaba kakovost površine (oksid, žindra)
- ▶ Manjša merska natančnost



Slika 93: Kovanje - stiskanje oblike in nakrčevanje s stiskanjem



Slika 94: Zapiranje (stiskanje) v utopu, plano in osno nakrčevanje



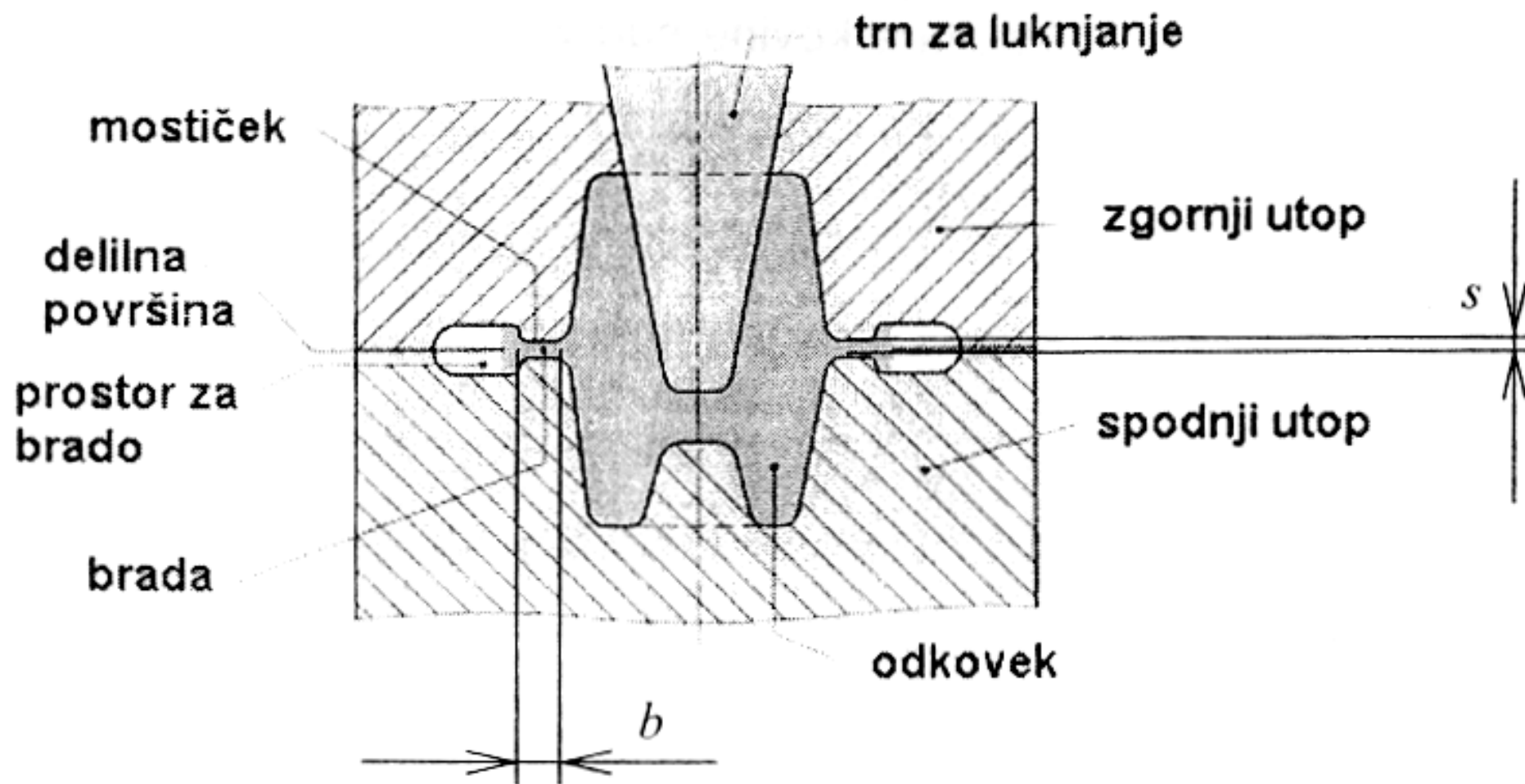
Slika 95: Kovanje brez in z brado

Delovni koraki pri utopnem kovanju:

- ▶ Pred gravura ali kovaško valjanje – porazdelitev mase
- ▶ Upogibanje – pred gravura po potrebi
- ▶ Prva faza – pred oblikovanje prerezov
- ▶ Zaključna faza – zapolnitev gravure

Značilnosti utopnega kovanja z brado:

- ▶ Odvečni material se iztisne v prostor za brado ali skozi mostiček
- ▶ Mostiček povzroča velik upor tečenja, močno se poveča tlak in zapolni gravuro



Slika 98: Prerez utopov pri kovanju z brado

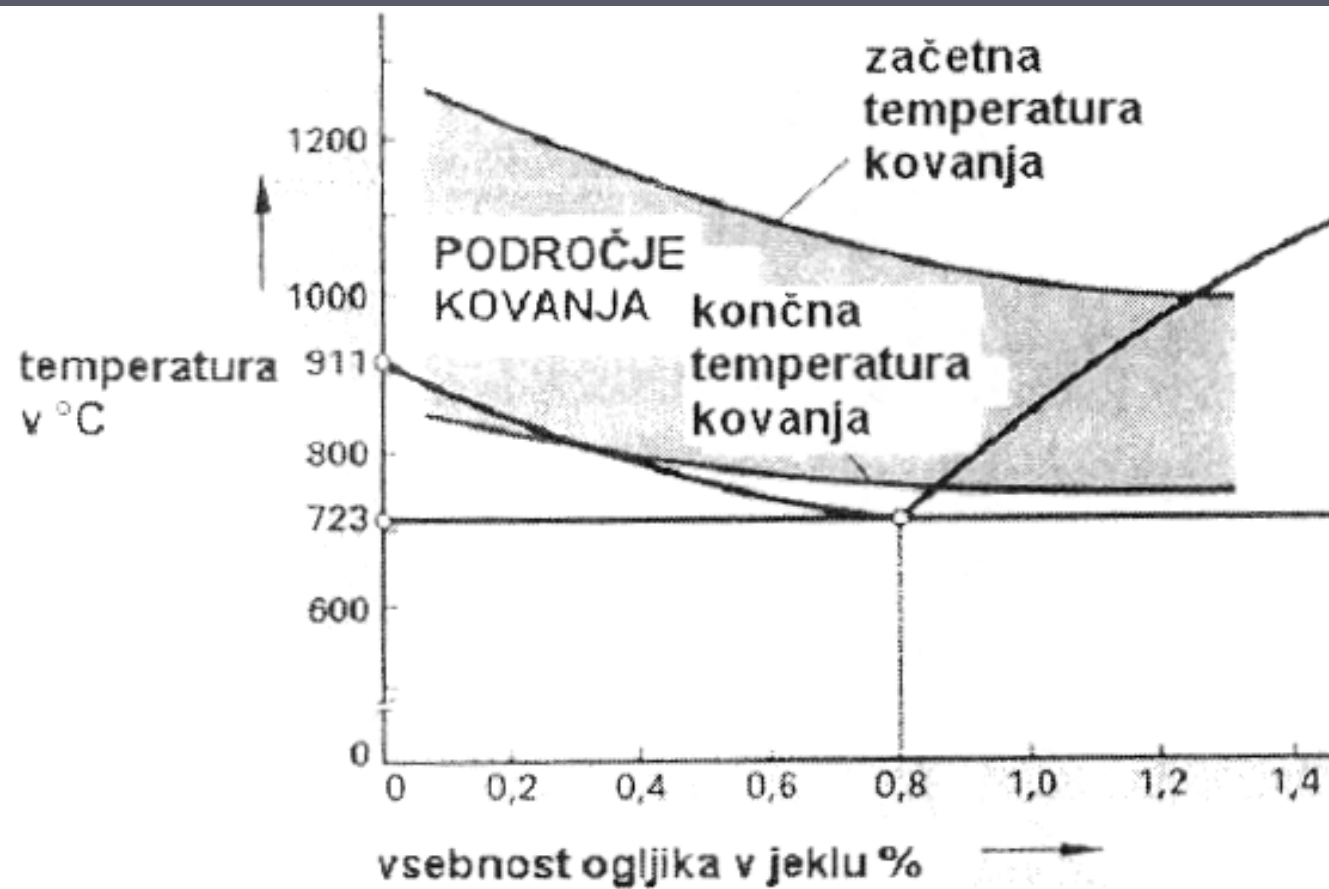
Značilnosti utopnega kovanja brez brade:

1. Prednosti:

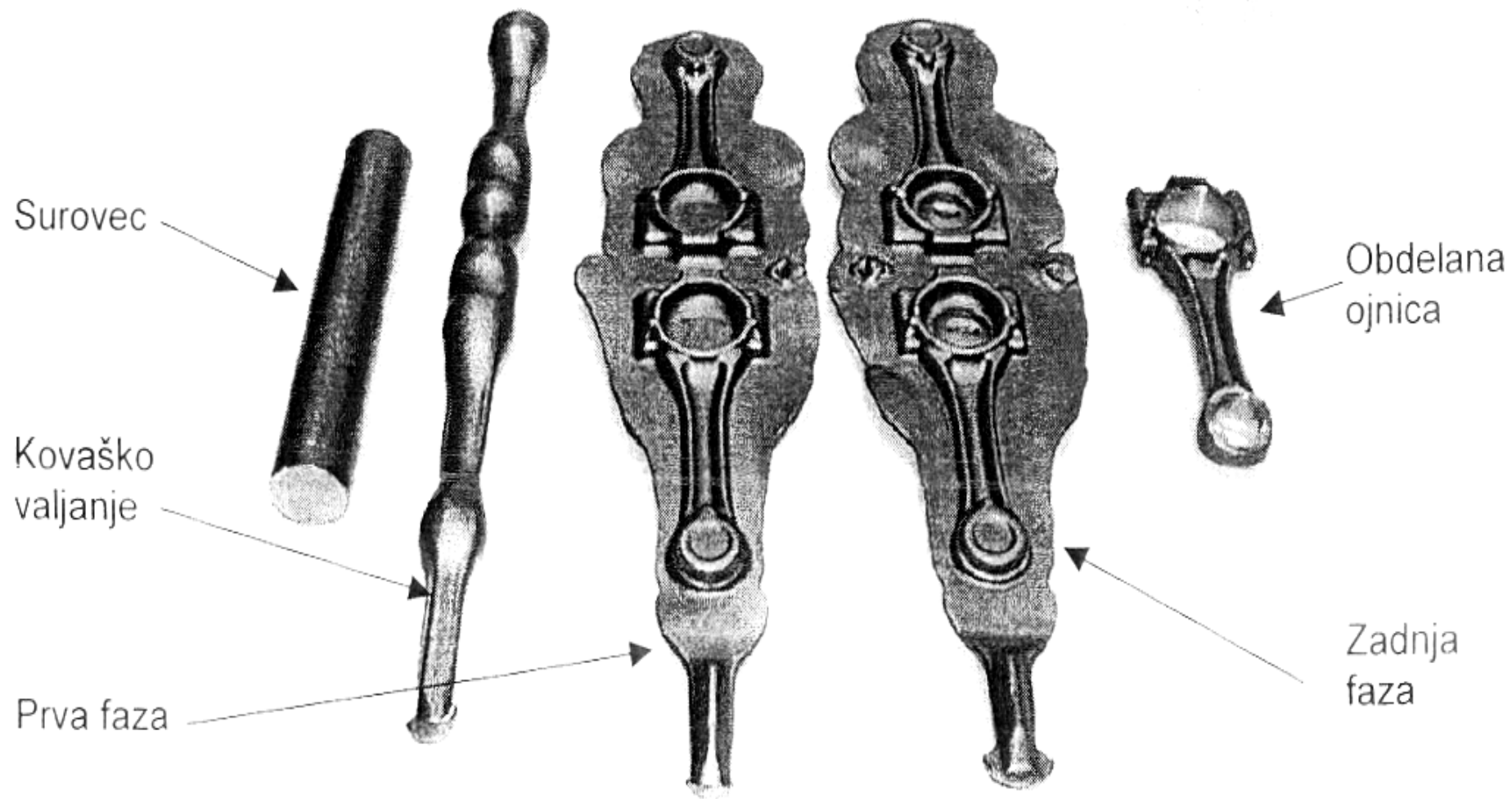
- ▶ Prihranek materiala
- ▶ Ni potrebno obrezovati brade
- ▶ Manjše sile preoblikovanja

2. Slabosti:

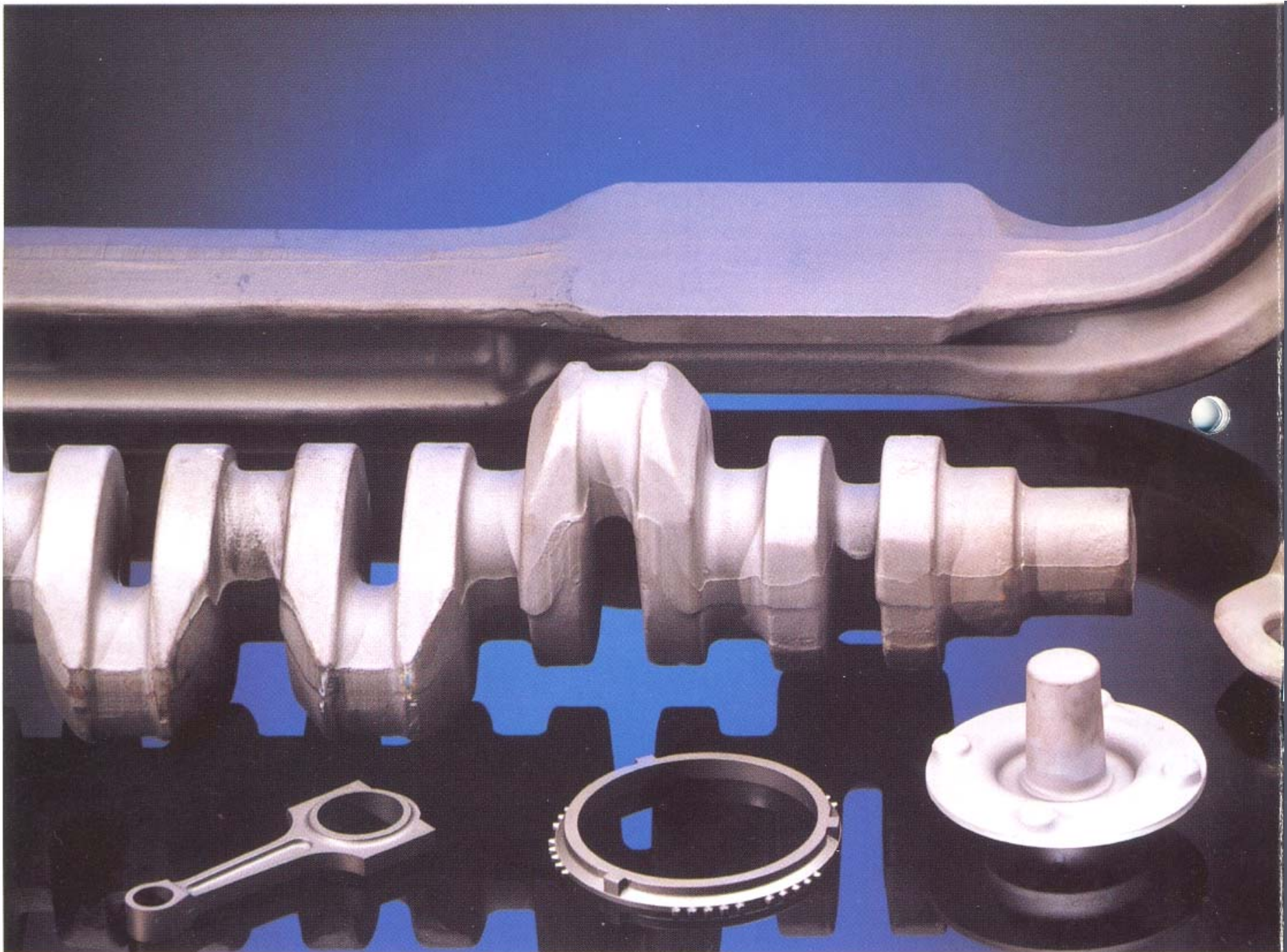
- ▶ Odstopanje volumna surovca samo 0.5 – 1%
- ▶ Natančno pozicioniranje v gravuro
- ▶ Potrebna je dobra porazdelitev mase surovca



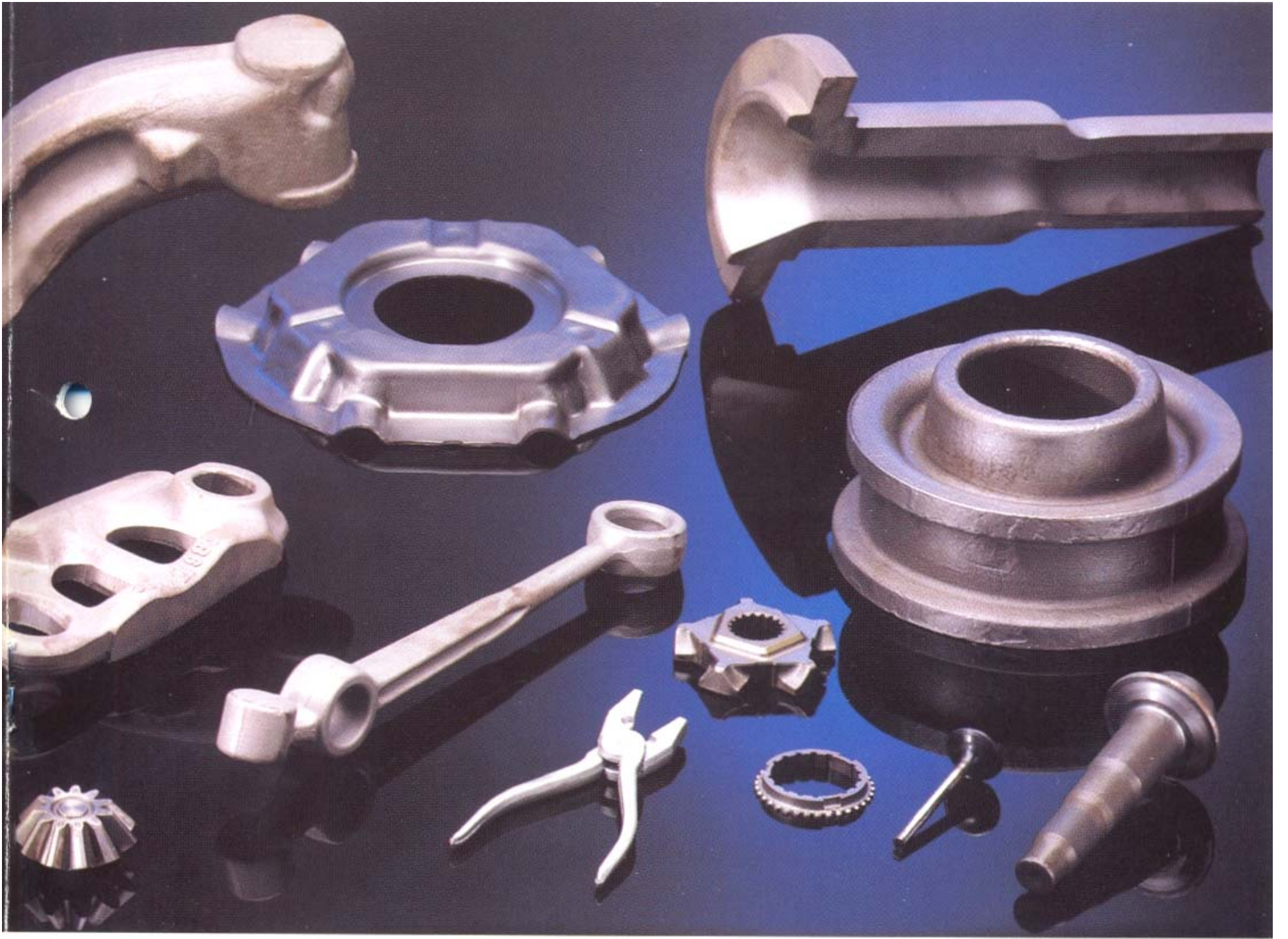
Slika 99: Temperatura kovanja

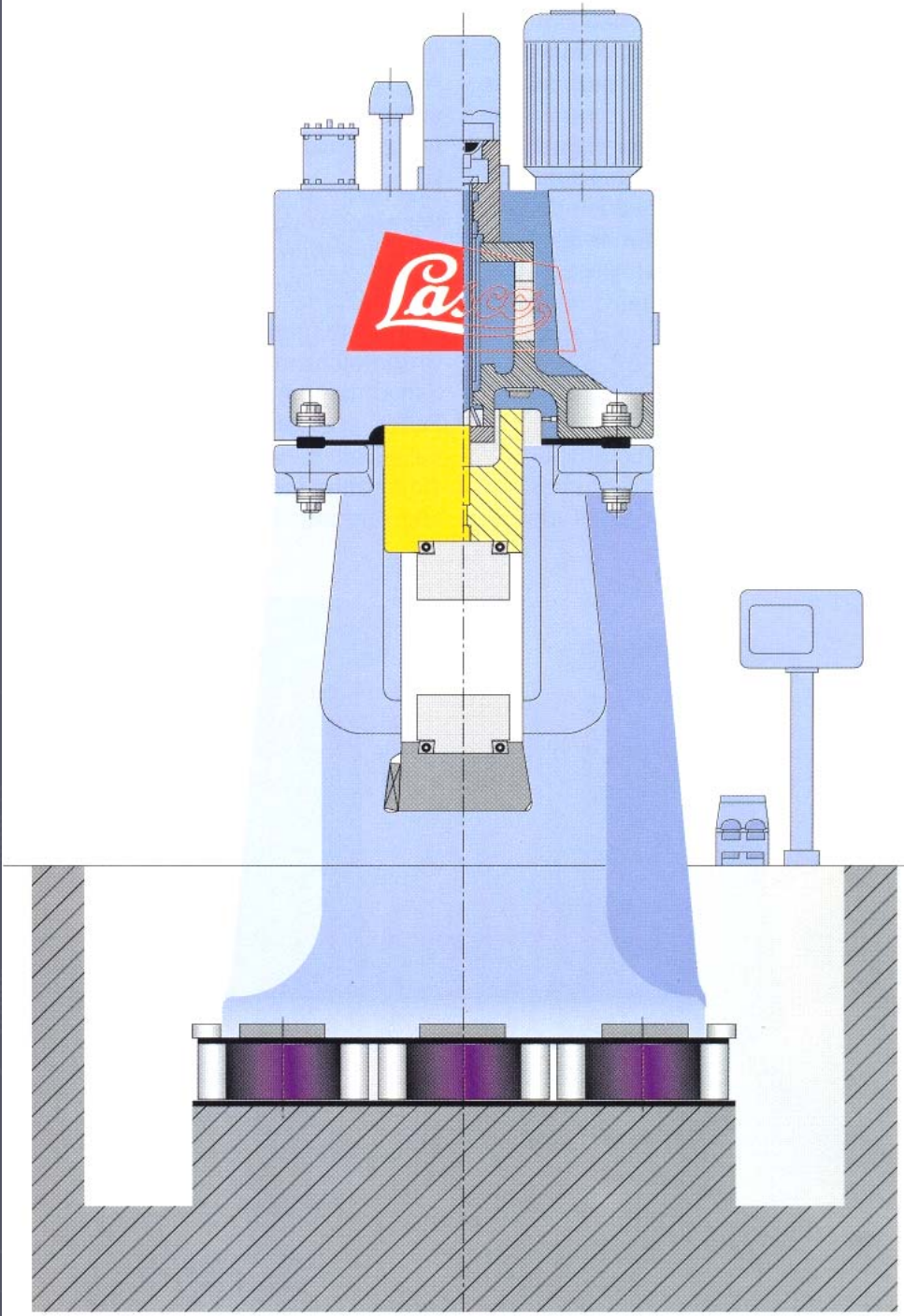


Slika 100: Ojnica izdelana po postopku utopnega kovanja z brado

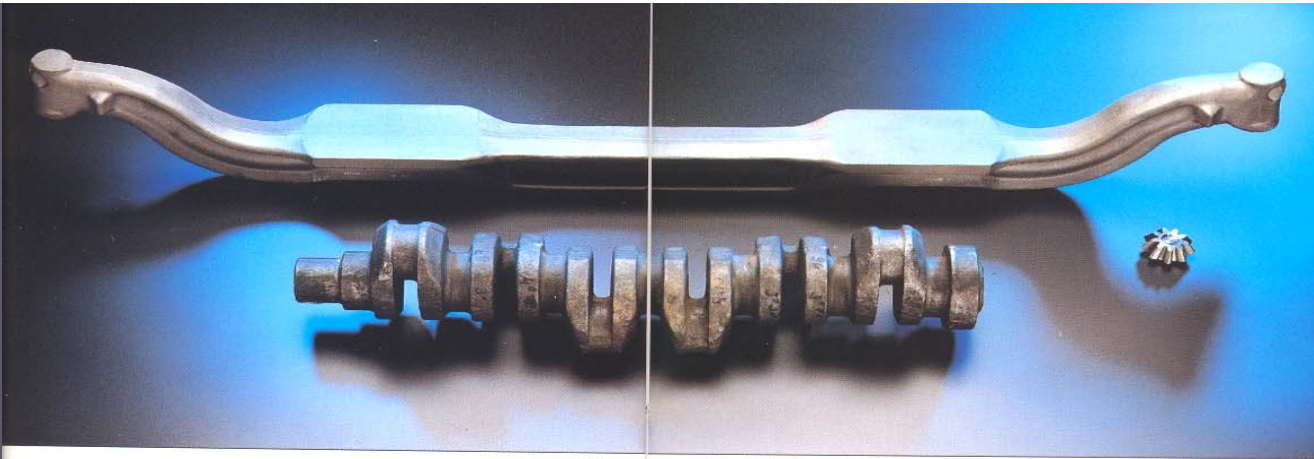


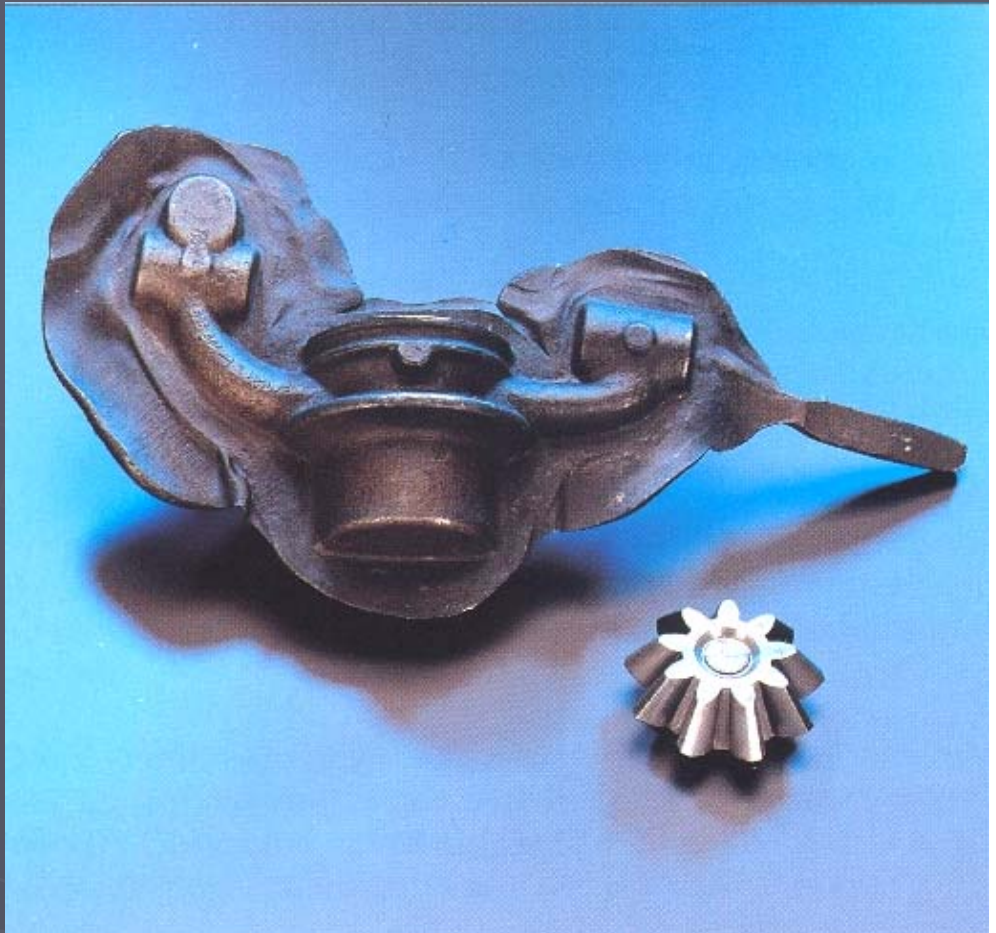
Beispiele von typischen Werkstücken, die von industriellen Anwendern mit Umformaggregaten von LASCO hergestellt werden.





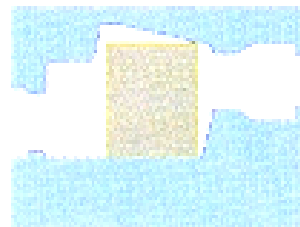




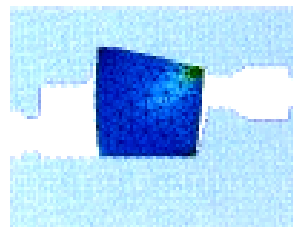


Maschinenauswahl am Beispiel eines Rings (Hammer)

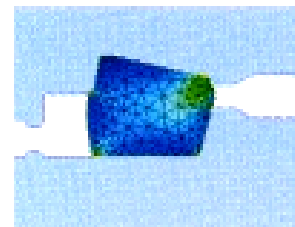
(Hammer)



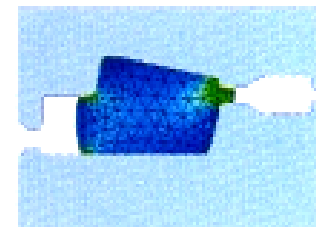
Rohling



1. Schlag - 193 kJ



2. Schlag - 178 kJ



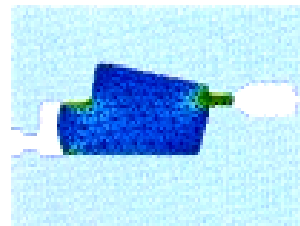
3. Schlag - 173 kJ



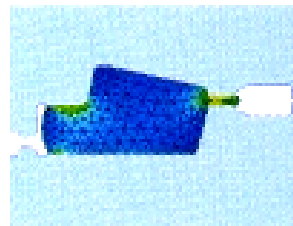
Umformziel:

Ring

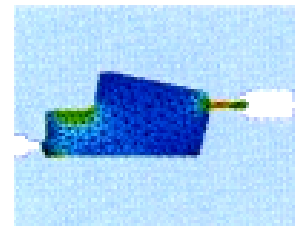
(Querschnitt)



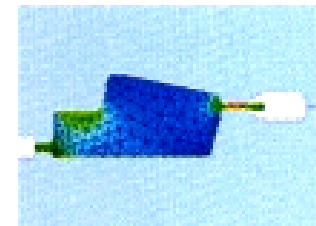
4. Schlag - 161 kJ



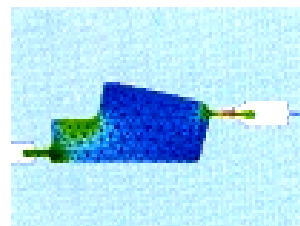
5. Schlag - 152 kJ



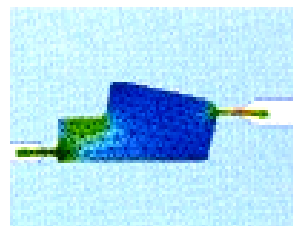
6. Schlag - 95 kJ



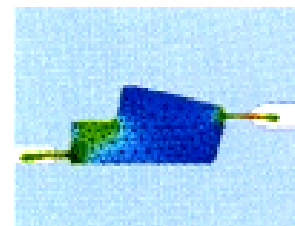
7. Schlag - 79 kJ



8. Schlag - 75 kJ



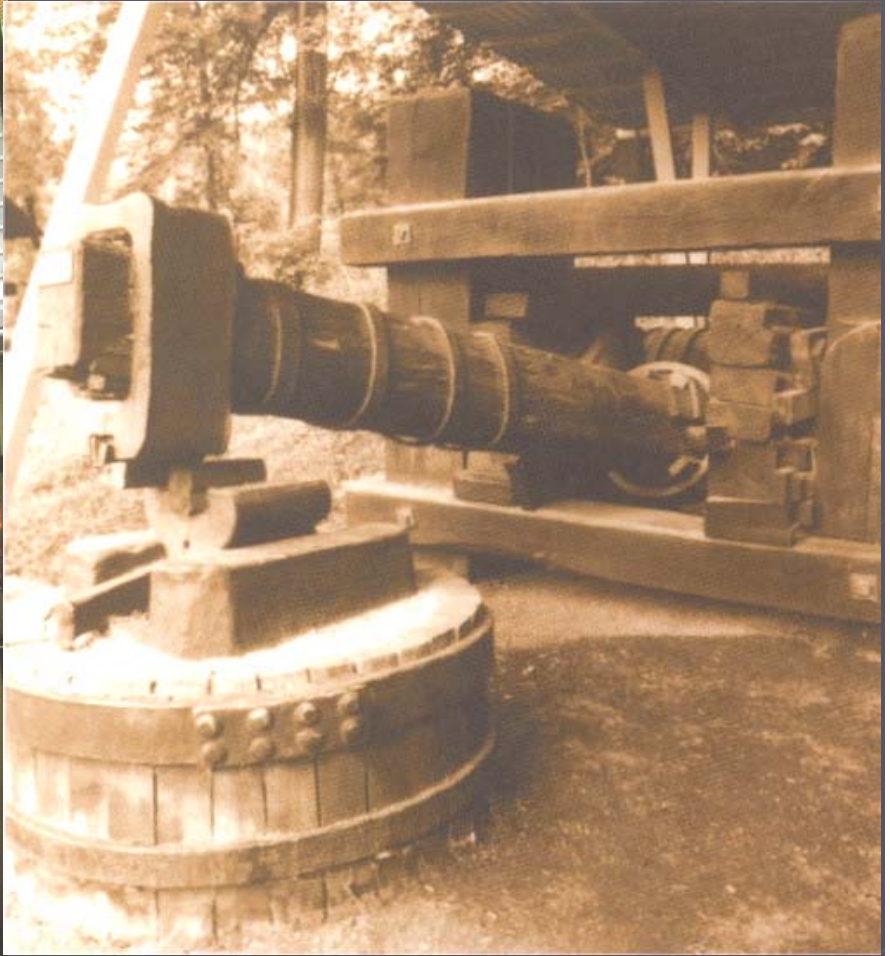
9. Schlag - 77 kJ

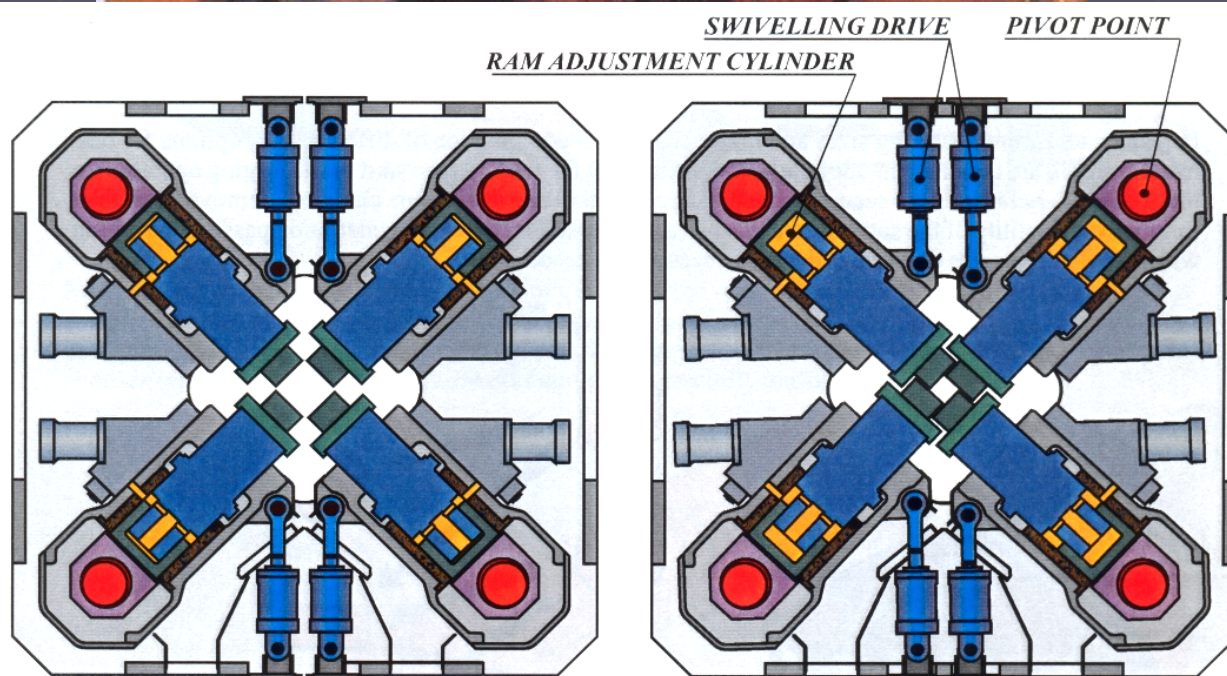
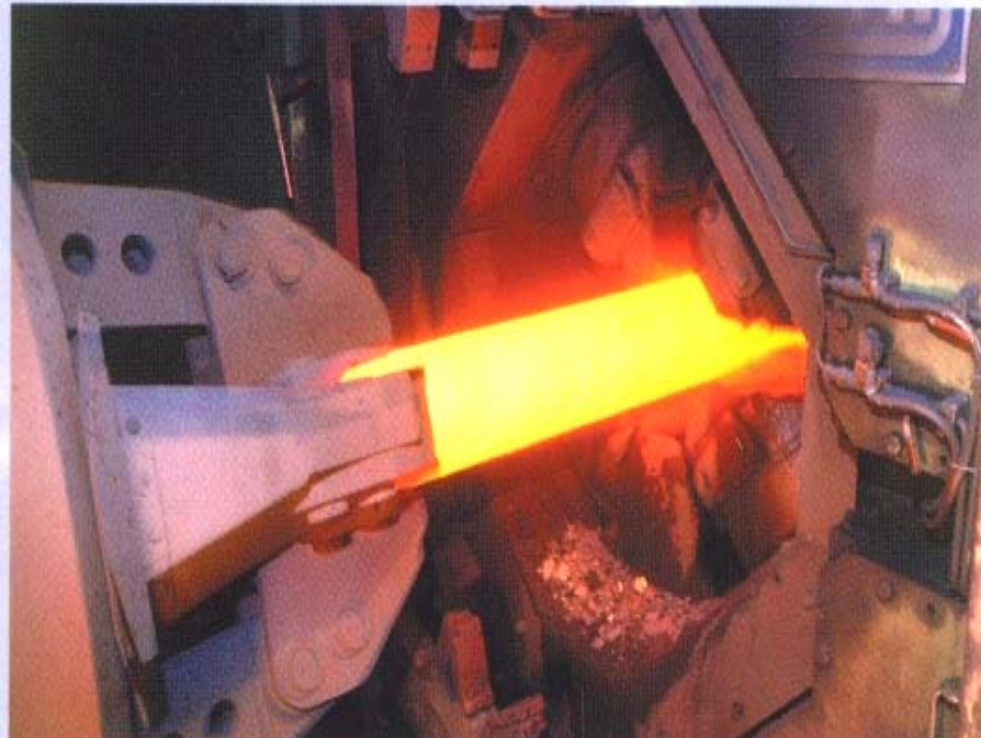


10. Schlag - 58 kJ

=> H0-U 2000
(Schlagenergie = 200 kJ)

Wirtschaftlichster Prozess. In diesem Beispiel wird durch die Simulation der wirtschaftlichste Weg ermittelt, um einen Rohling mit einem hydraulischen Oberdruckhammer zum gewünschten Ring zu schmieden. Die Berechnung ergibt, dass ein Aggregat mit einer Schlagenergie von über 193 kJ die Aufgabe in zehn Schlägen löst.





Postopki krčenja:

- a. Hladno krčenje
- b. Toplo krčenje
- c. Elektro uporovno krčenje

Izdelujemo glave vijakov in sornikov, kovice, žičnike itd.

Prednosti krčenja so:

- ▶ Gladka površina
- ▶ Merska natančnost
- ▶ Odlične mehanske lastnosti

S postopki krčenja izdelujemo:

- ▶ Glave vijakov in sornikov
- ▶ Kovice
- ▶ Žičnike itd.

Za hladno krčenje veljajo omejitve:

- ▶ Največja stopnja preoblikovanja
 - je odvisna od materiala
 - nam omeji možnost preoblikovanja

$$\varphi_{\max, Al} = 2.5$$

$$\varphi_{\max, jeklo} = 0.7 - 1.5$$

- ▶ Največje razmerje krčenja
 - nevarnost uklona $s < 3.2$
 - ni odvisno od materiala

$$s = \frac{l_0}{d_0}$$

Značilnosti krčenja so:

- ▶ Hitro segrevanje
- ▶ Lokalno omejeno ogrevanje
- ▶ Lokalno omejeno preoblikovanje
- ▶ Manjša prisotnost oksidov in žlindre
- ▶ Natančna in dinamična regulacija temperature
- ▶ Ni povečanja trdnosti v coni preoblikovanja
- ▶ Največje razmerje krčenja $s < 3.2$

Vplivi na krčenje:

- ▶ Priprava površine
- ▶ Temperatura
- ▶ Hitrost- stalnost krčenja (neprekinjenost)

Pred krčenjem se surovci:

- ▶ Očistijo z namakanjem v razredčeni kislini
- ▶ Fosfatirajo v cinkovem fosfatu
- ▶ Mažejo z različnimi mazivi

Naloga fosfatiranja in mazanja je:

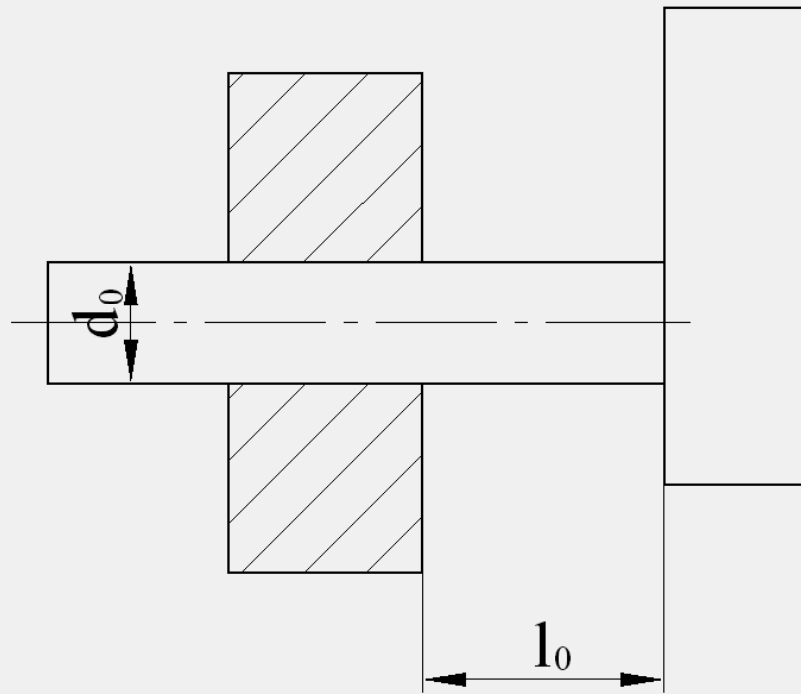
- ▶ Preprečitev direktnega stika
- ▶ Manjše trenje

Pri velikih hitrostih mazivo tudi hladi.

Za mazanje se uporablja:

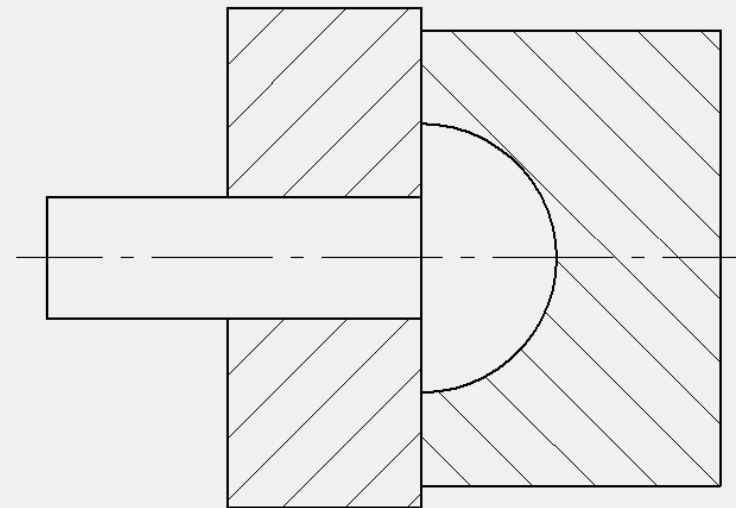
- ▶ Manjše zahteve – milo, vosek
- ▶ Srednje zahteve – mineralno olje do 200°C
- ▶ Velike zahteve – MoS₂ do 400 °C
- ▶ Grafit do 700 °C

naslon

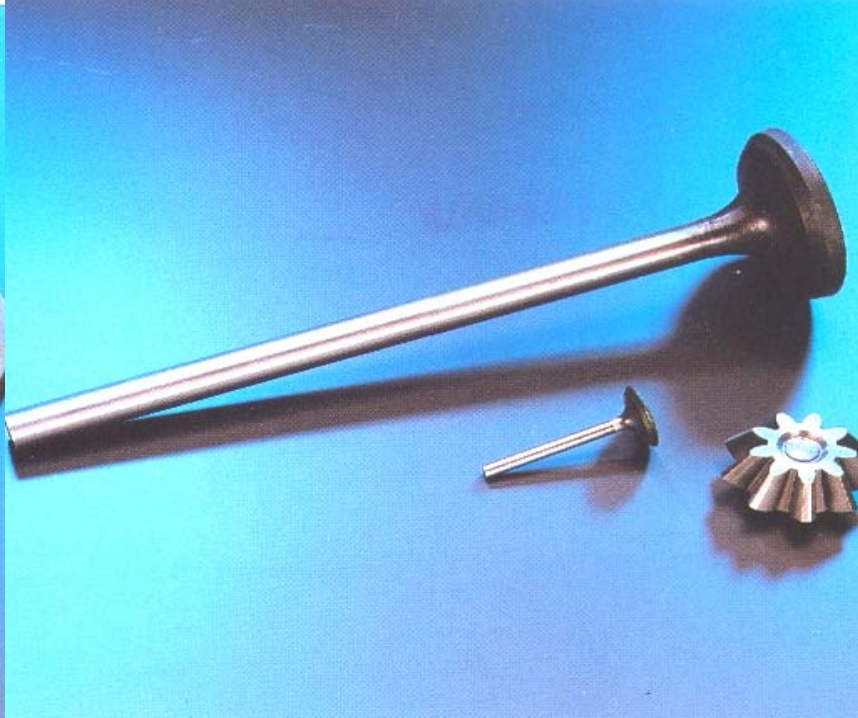
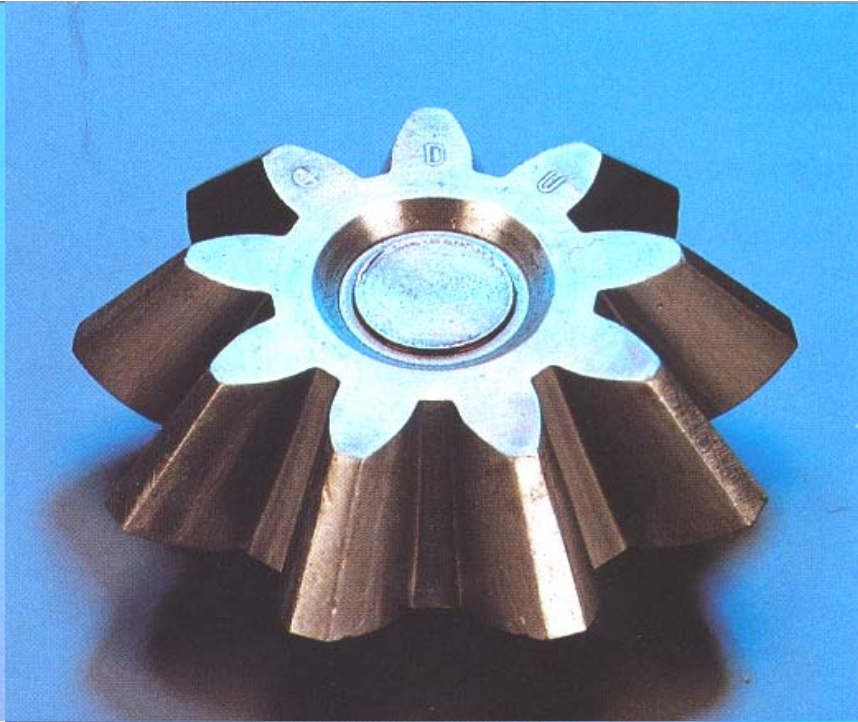


zg. čeljust

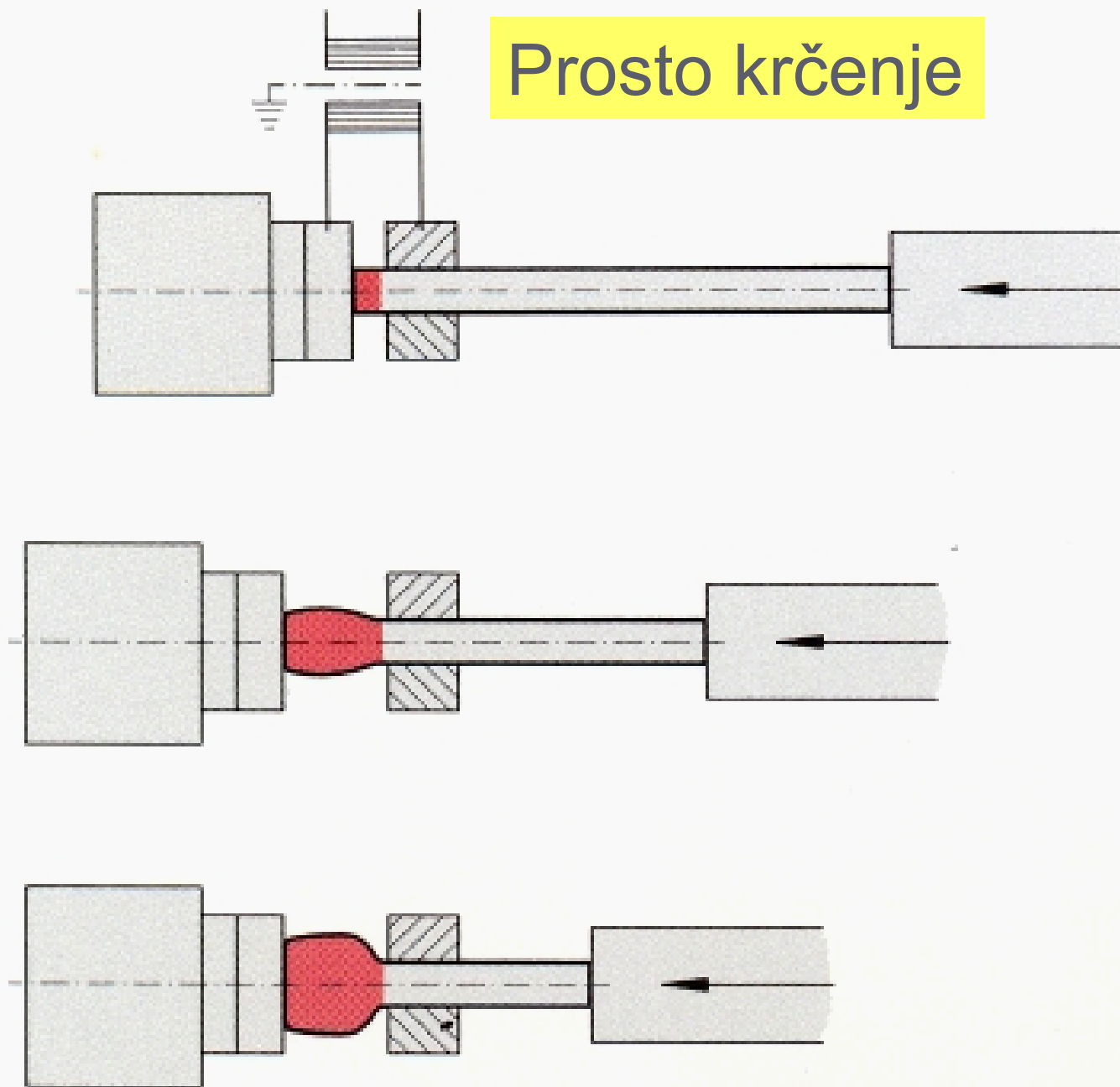
pestič



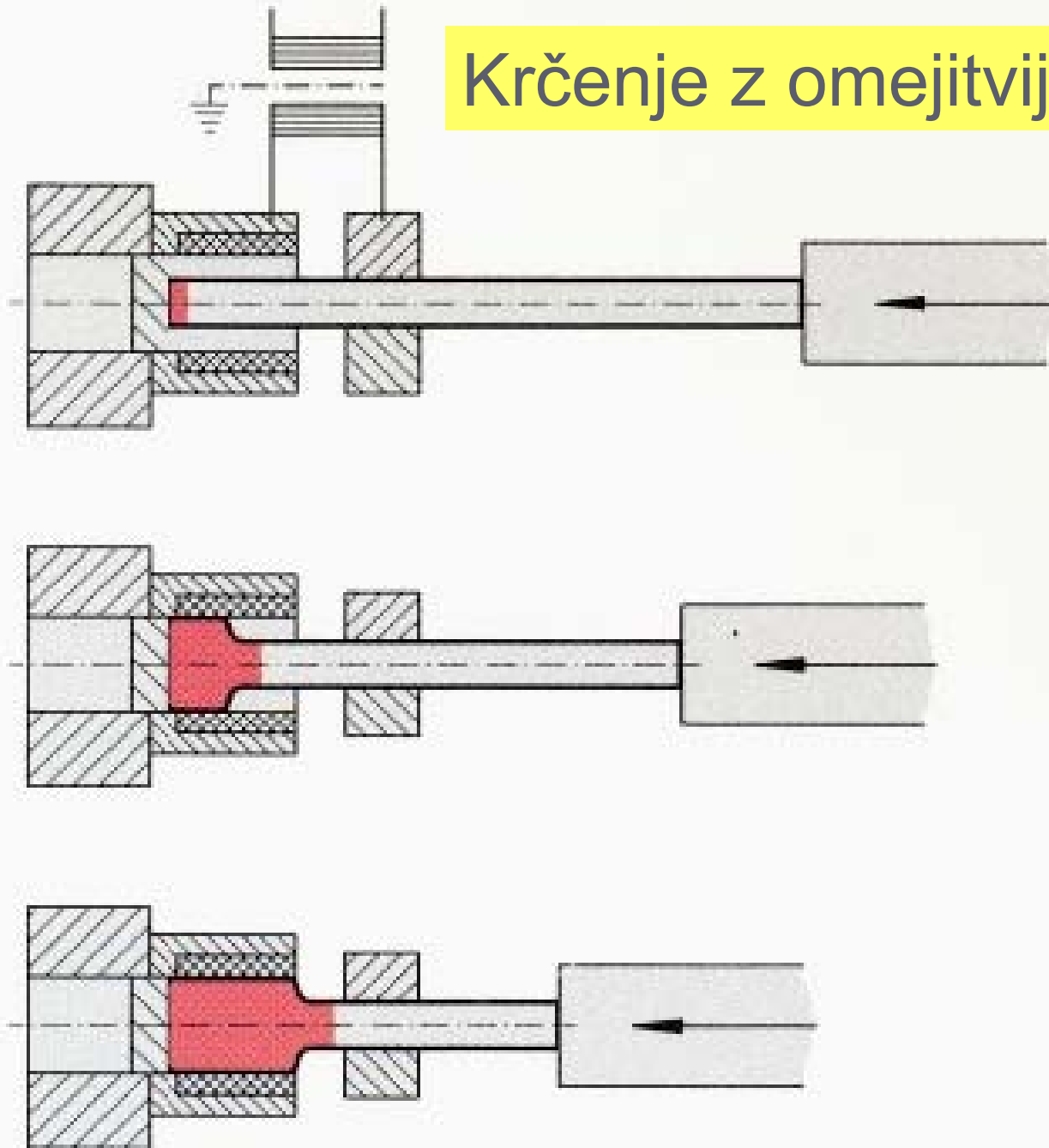
sp. čeljust



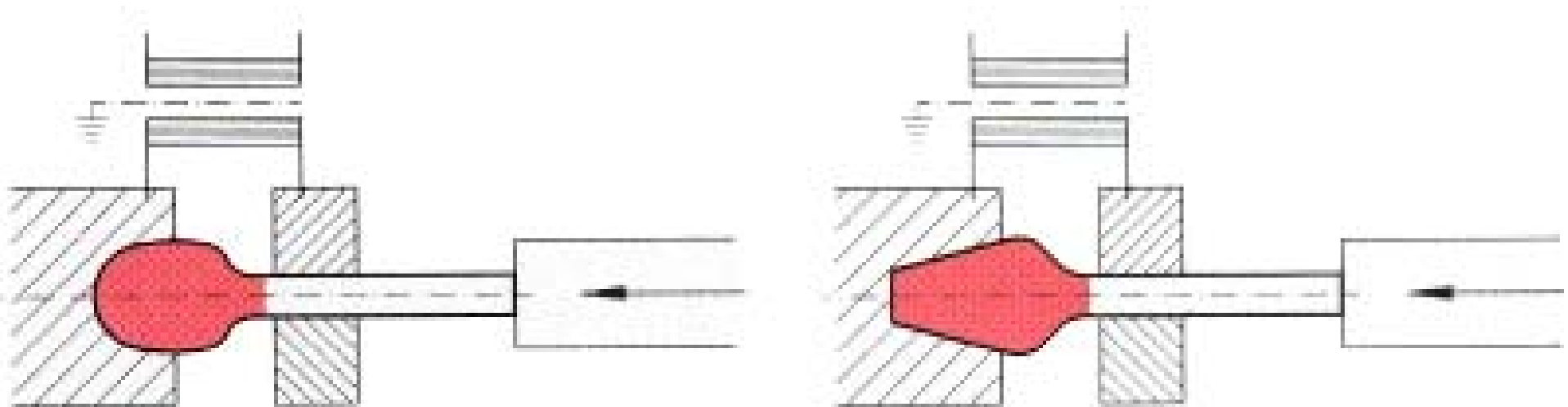
Prosto krčenje



Krčenje z omejitvijo



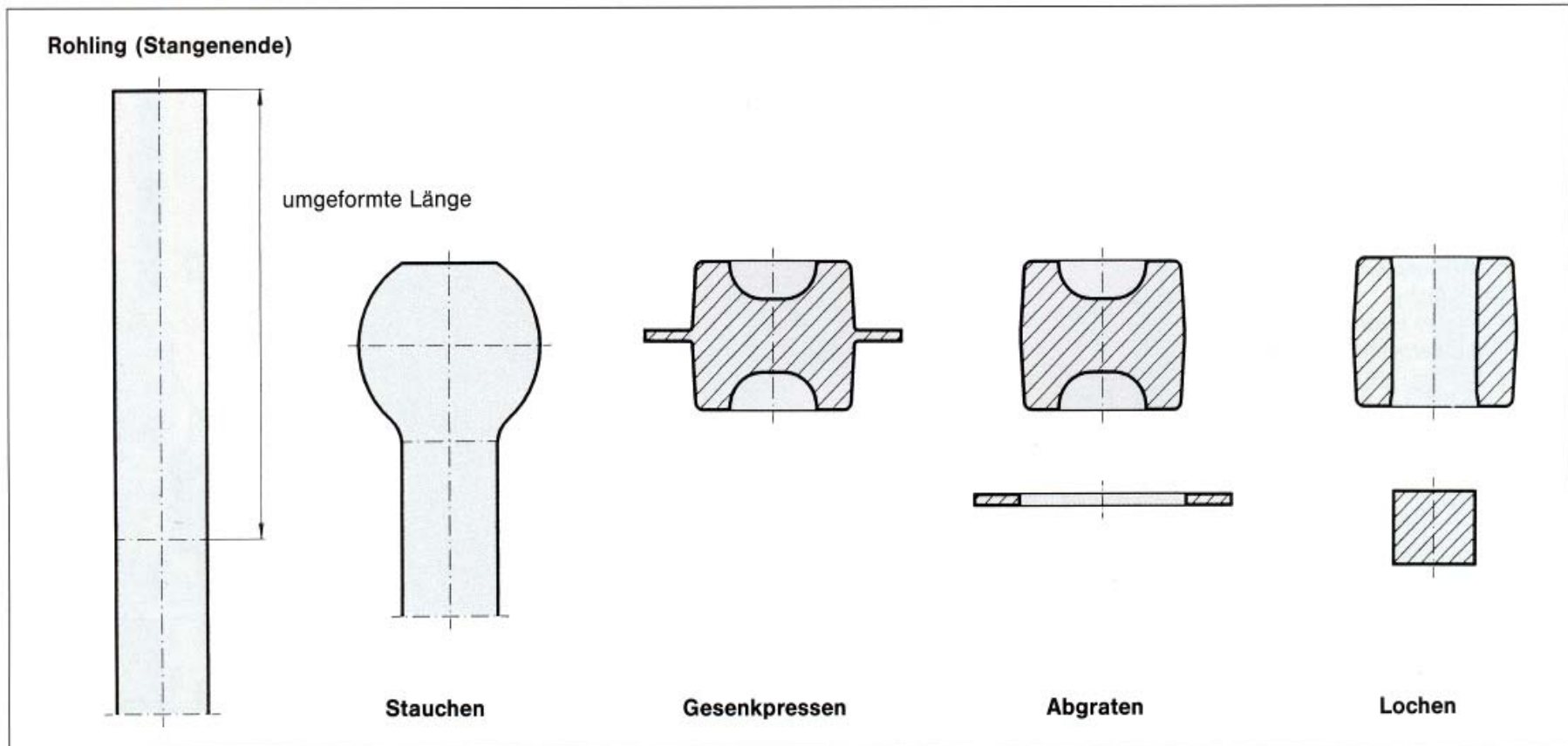
Krčenje v matrici

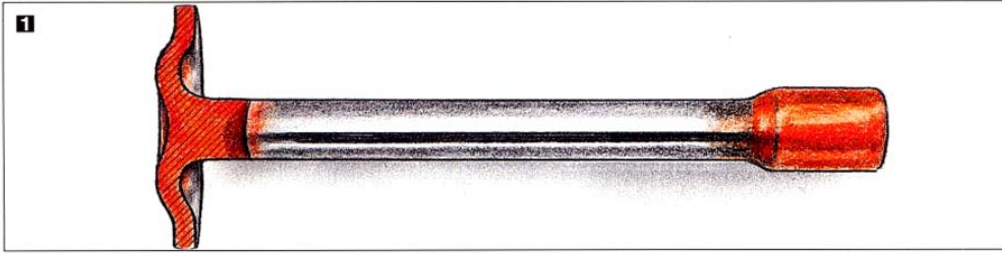




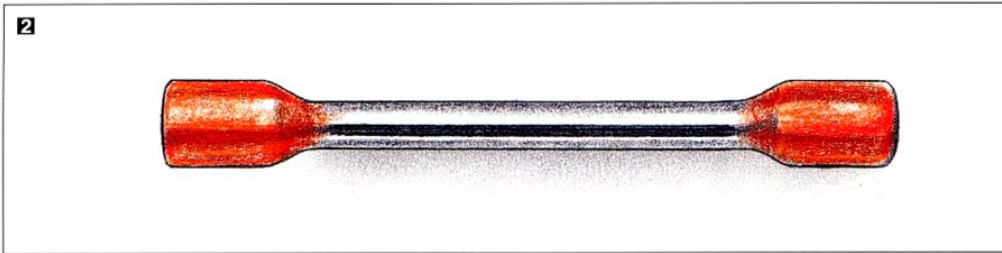
Fertiggeschmiedeter Stabilisator

Fertigungsablauf

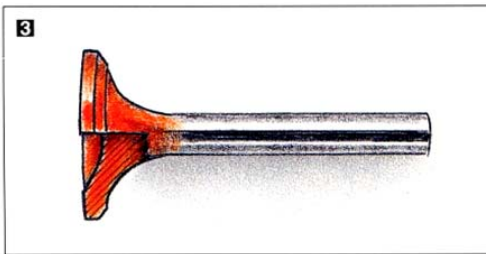




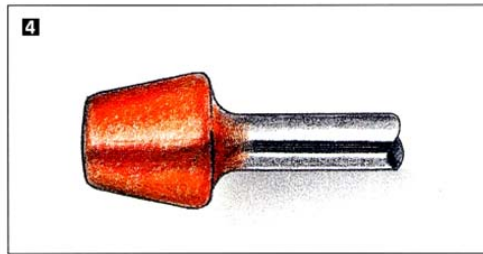
1 Hinterachswelle mit Keilende



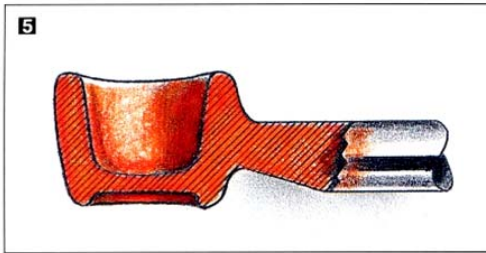
2 Antriebswelle oder Drehstabfeder



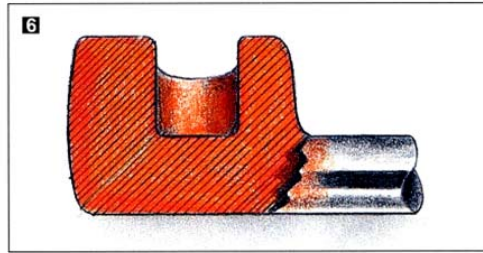
3 Automobilventil



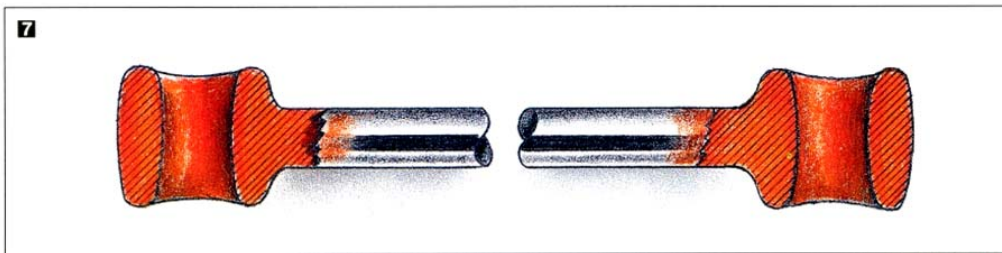
4 Kegelrad



5 Spurstangenkopf



6 Schaltgabel



7 Stabilisator

Vorform-Ermittlung für eine Spindellose am Beispiel eines Flansches

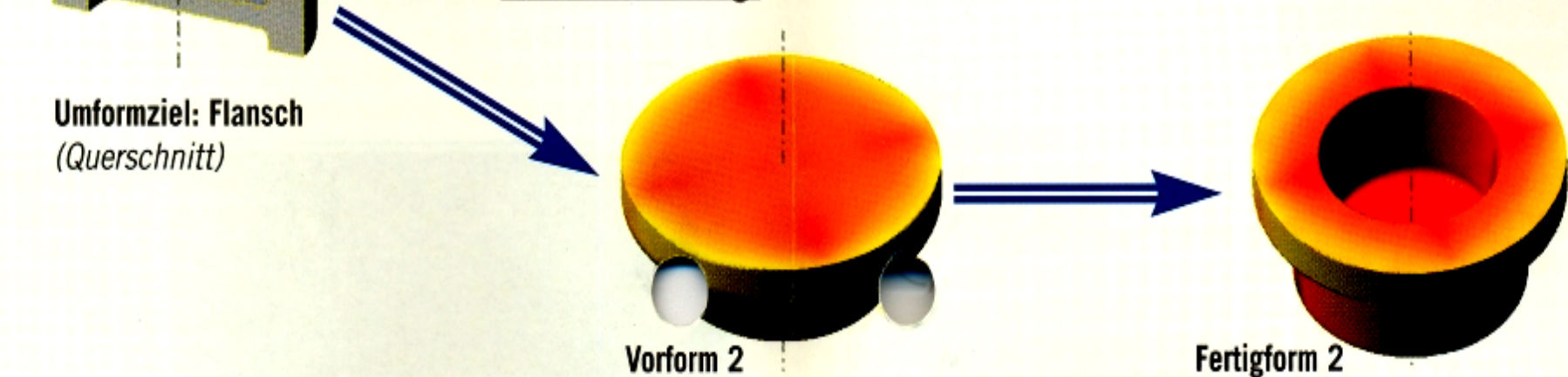
1. Untersuchung:

-> **Fehlstellen**



2. Untersuchung:

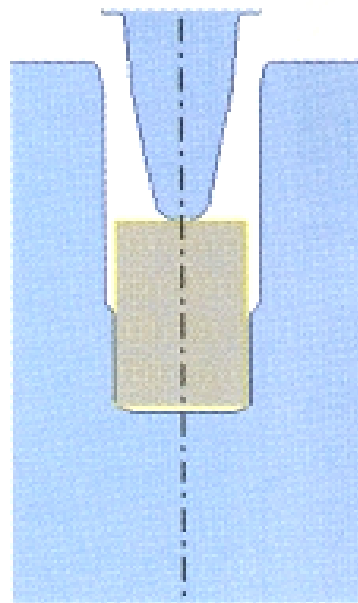
-> **Fehlstellenfrei**



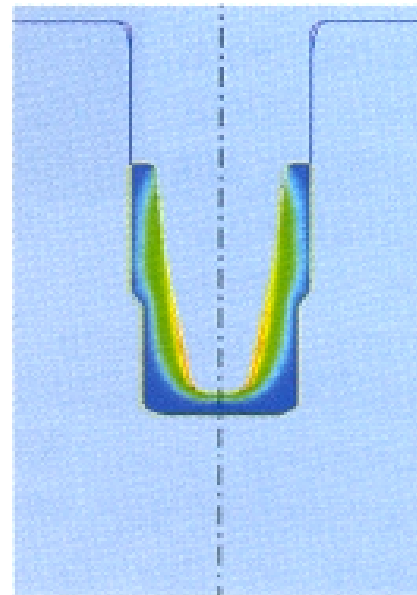
Maschinenauswahl am Beispiel eines Achsschenkels (Hydraulische Presse)



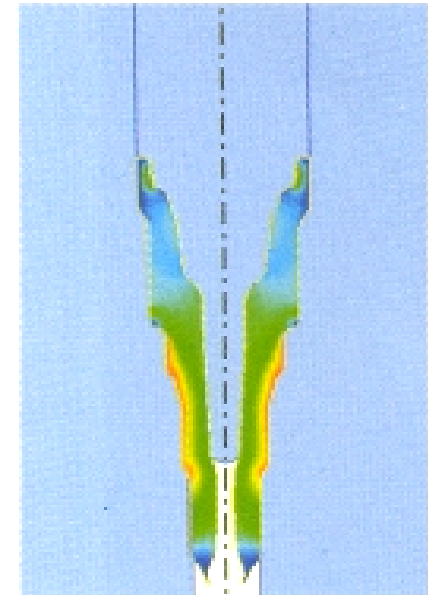
Umformziel:
Achsschenkel
(Querschnitt)



Rohling



Vorform



Fertigform

Richtig ausgelegt. Im Beispiel sollen beide Operationen gleichzeitig ausgeführt werden (ein Pressenniedergang). Damit addiert sich die benötigte Gesamtkraft aus der benötigten Kraft für Vorform und Fertigform. Rechnerisch ergibt sich ein Wert von ca. 19.000 kN. Die optimale Maschine im LASCO-Programm für die Operation ist eine VPE 2000 mit F_{max} von 20.000 kN.



Erstklassige Verbindungen. *Typische Beispiele aus dem Produktportefeuille der Produktionsgenossenschaft GRÜNES HERZ in Thüringen.*

Vtiskovanje

- ▶ Orodje se ugreza v obdelovanec

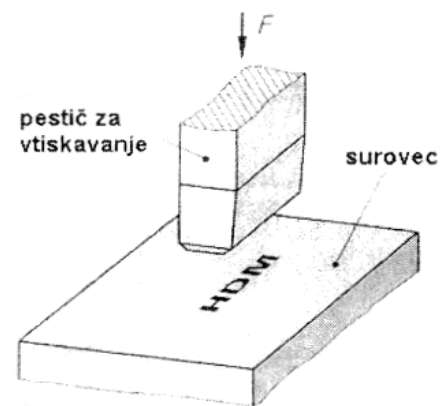
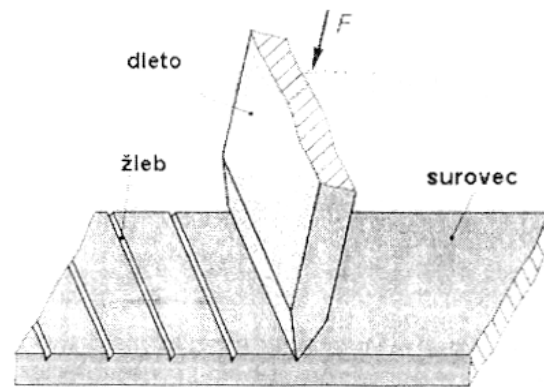
Ločimo:

a. Vtiskovanje s premočrtnim gibanjem

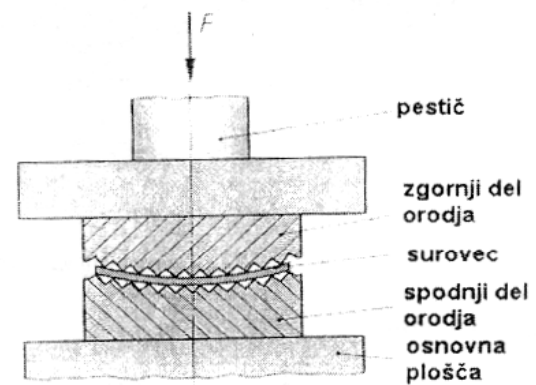
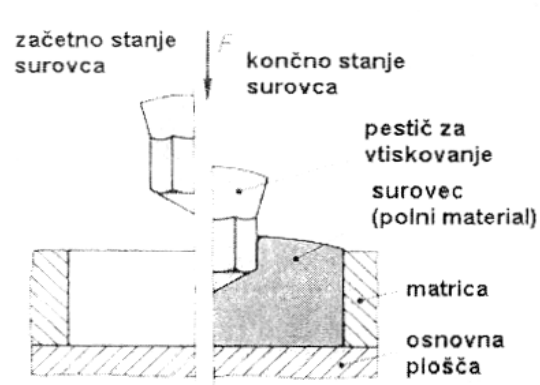
- ▶ Brez drsenja
- ▶ Z drsenjem

b. Vtiskovanje z vrtenjem

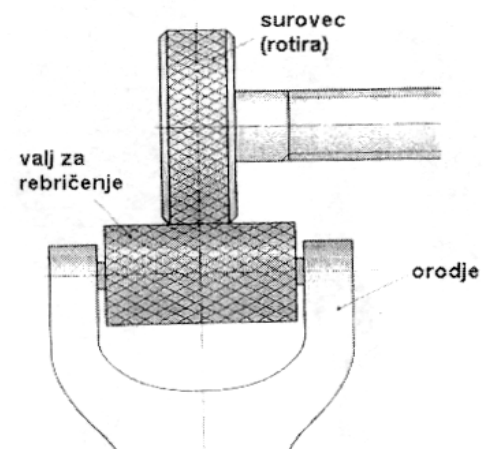
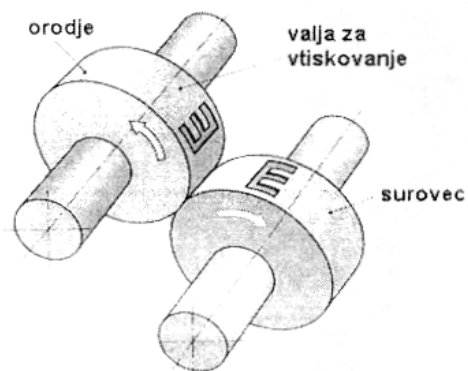
- ▶ Brez drsenja
- ▶ Z drsenjem



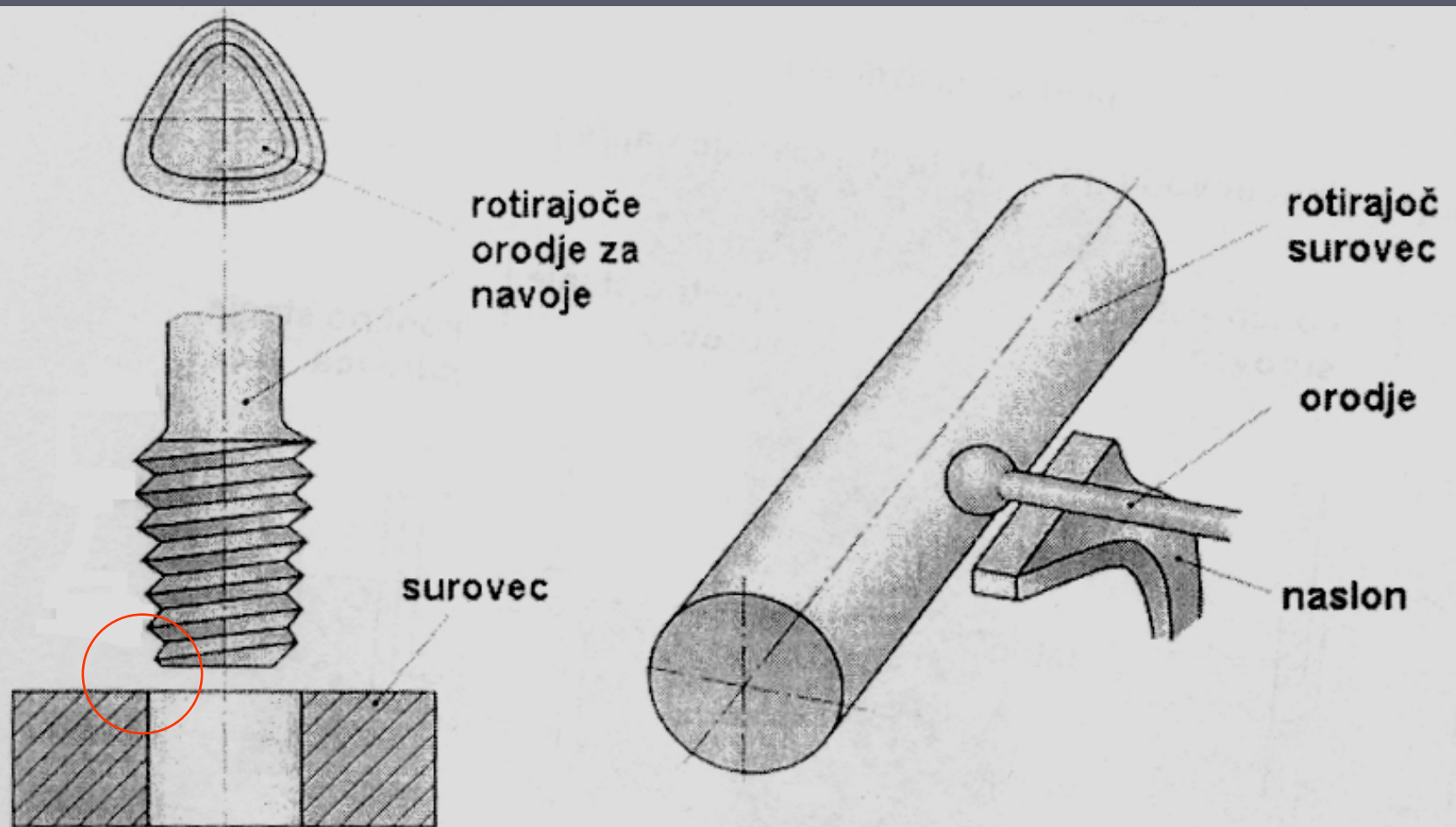
Slika 101: Postopek žlebljenja in vtiskavanja črk



Slika 102: Vtiskavanje oblike in vzorca



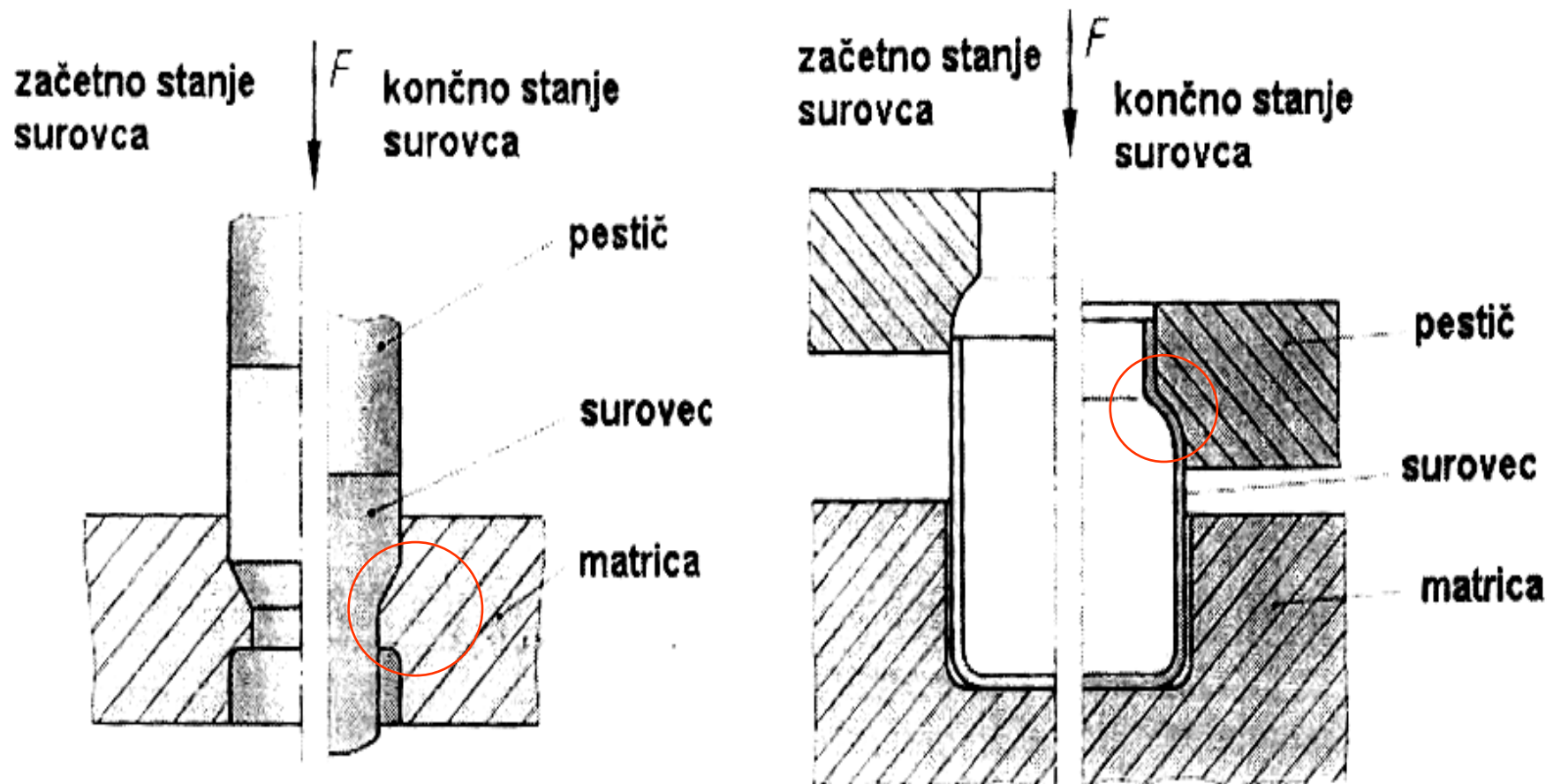
Slika 103: Vtiskavanje z valjanjem in rebričenjem



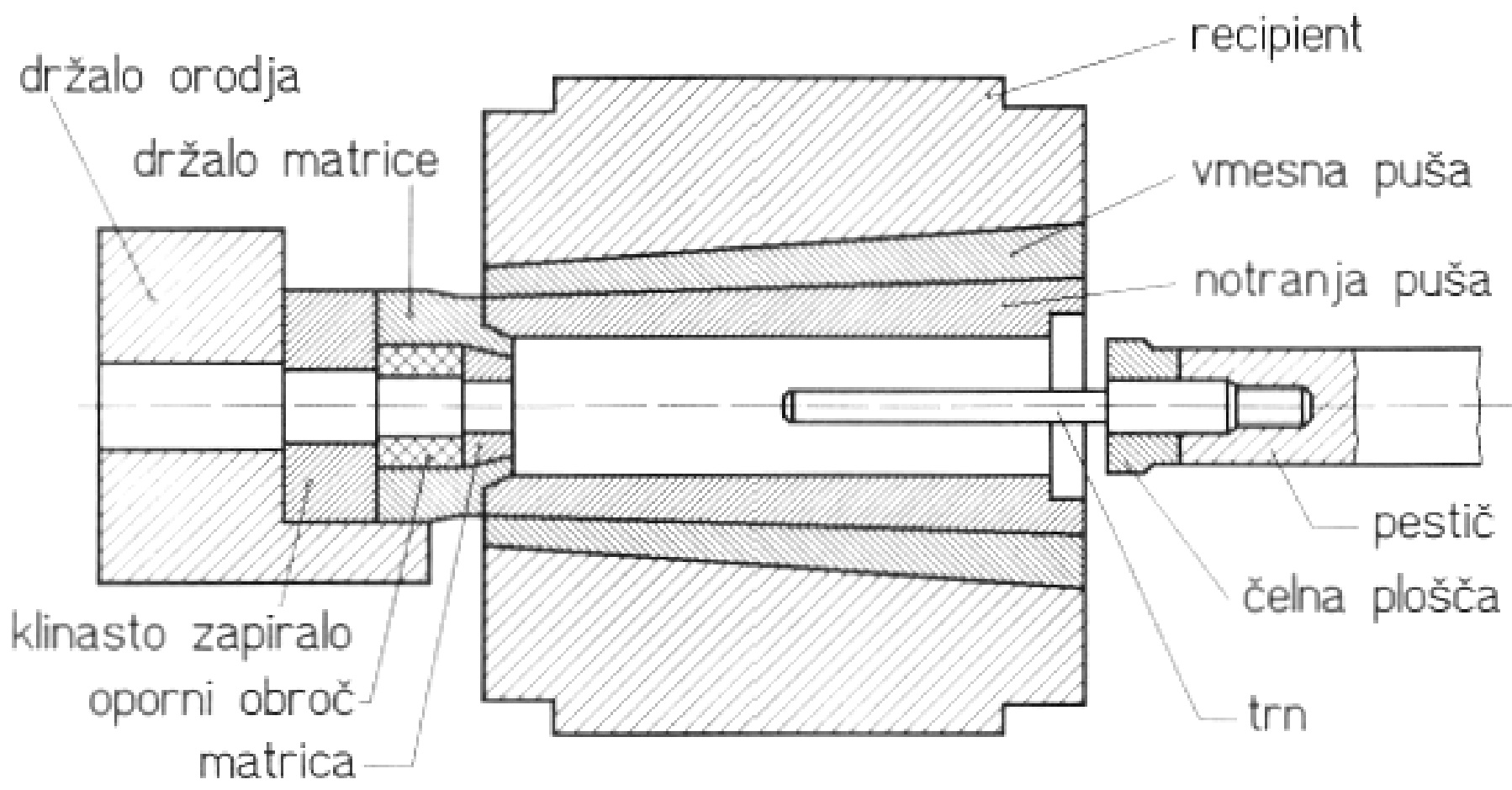
Slika 104: Vtiskavanje navojev in glajenje površine z vtiskavanjem

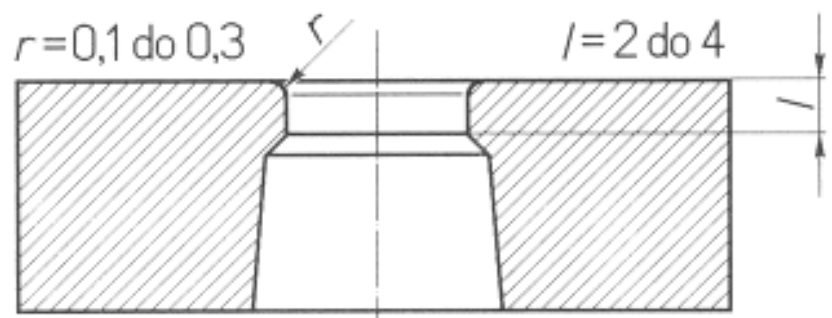
Iztiskovanje

- ▶ Vrši se delno ali celotno iztiskovanje surovca v orodju- matrici
- ▶ Pri tem se zmanjšuje premer oz. prerez surovca
- ▶ Namenjeno je za veliko- serijsko proizvodnjo
- ▶ Poznamo:
 - Oženje
 - Iztiskovanje profilov s togim orodjem
 - Iztiskovanje profilov z delovnim medijem

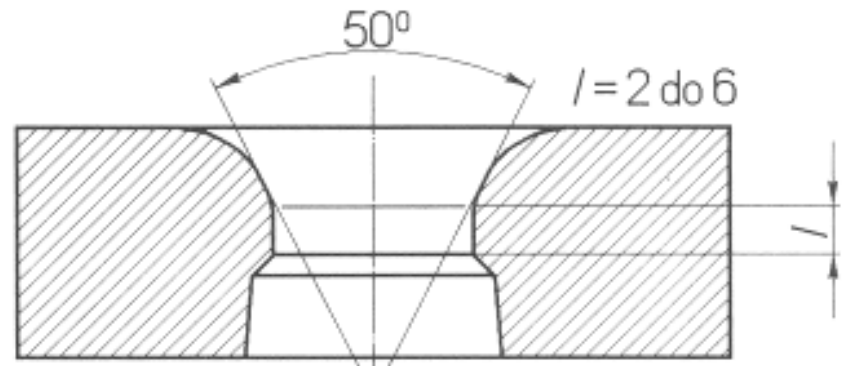


Slika 105: Izstiskavanje z oženjem (polno in votlo telo)

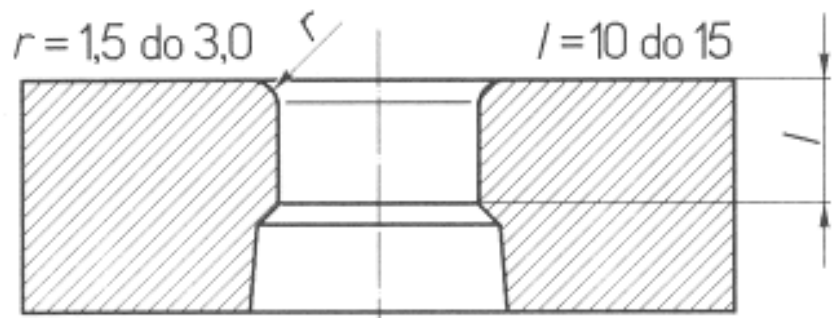




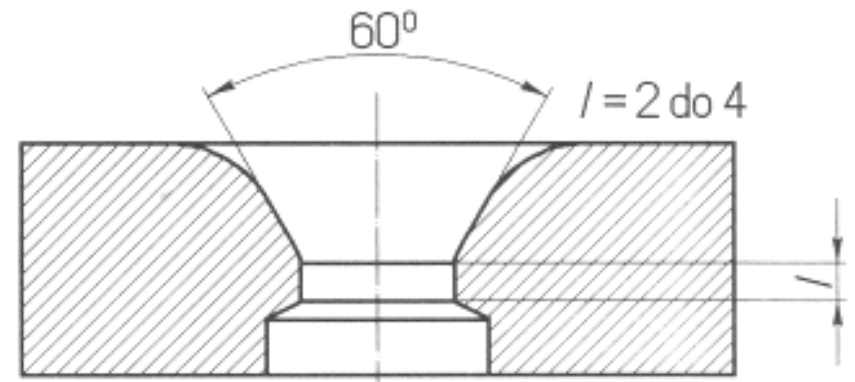
a



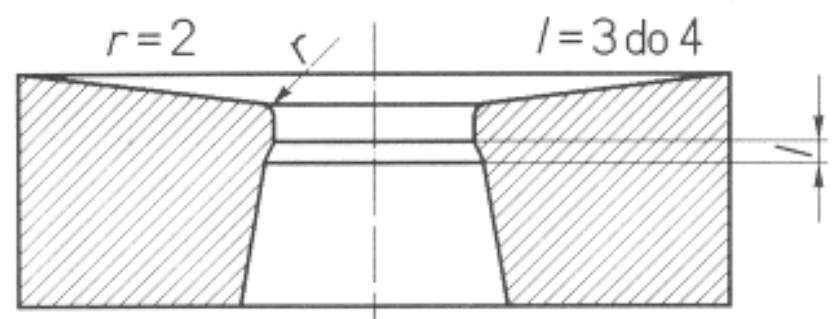
b



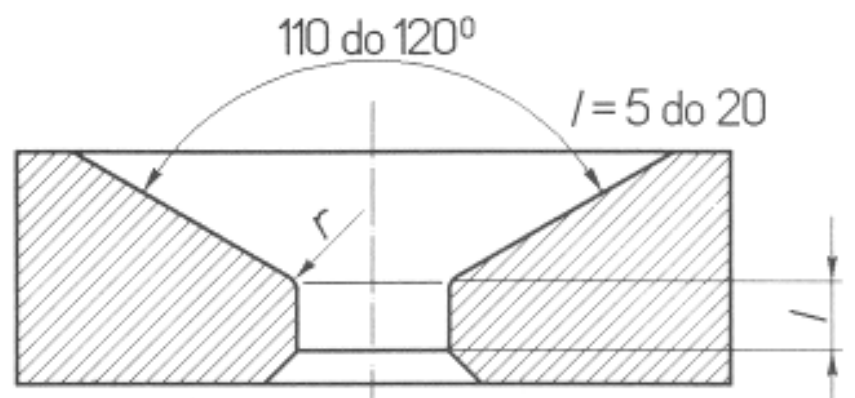
c



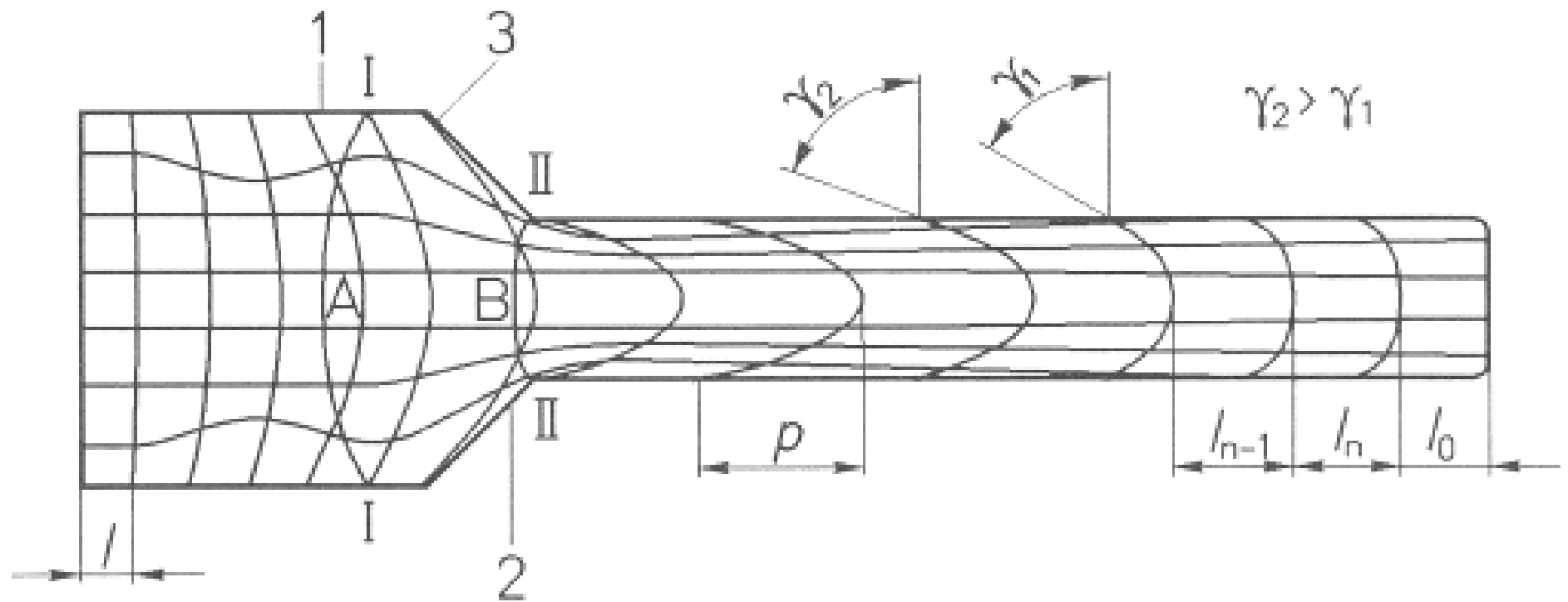
d

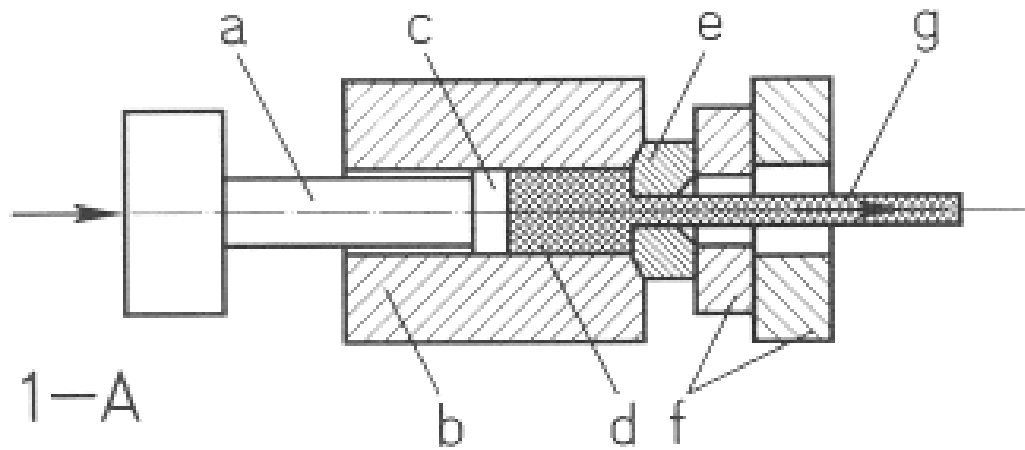


e



f

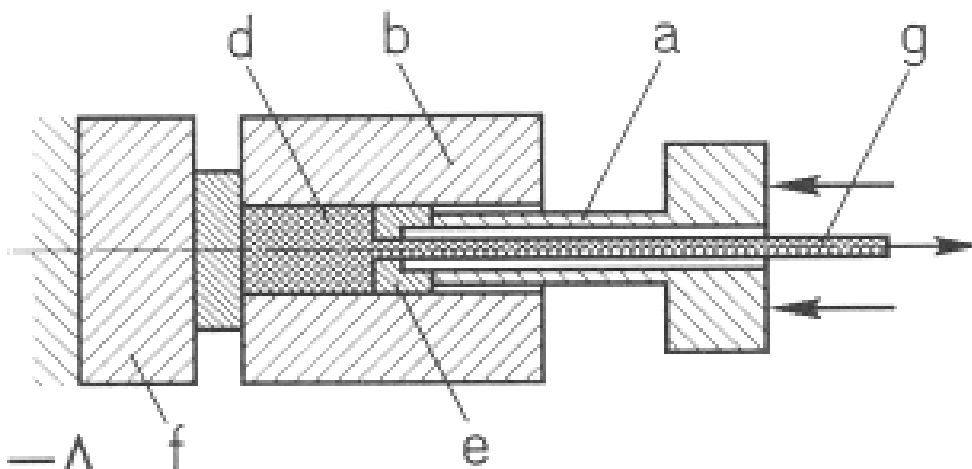




1-A

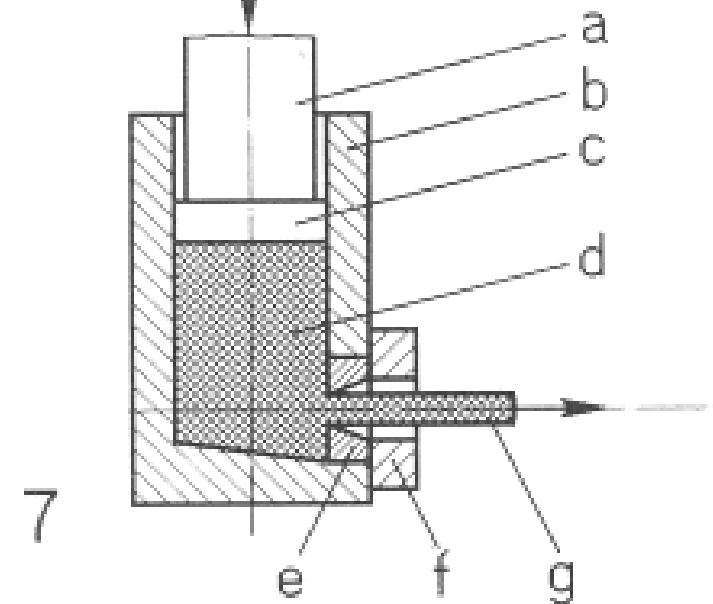
Istosmerno iztiskovanje

Proti smerno iztiskovanje



5-A

Bočno iztiskovanje

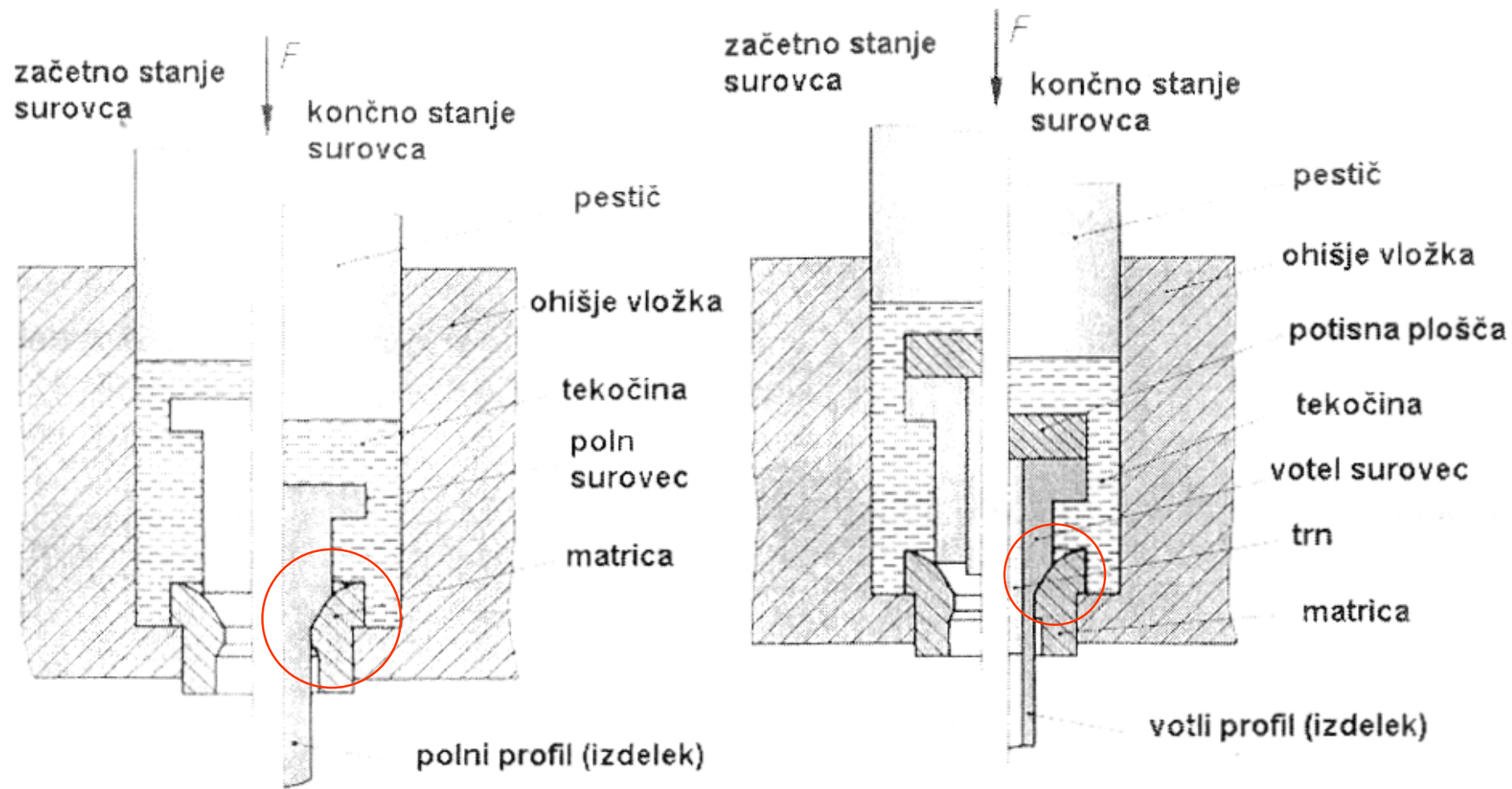


7

- a- pestič
- b- recipient
- c- tlačna plošča
- d- surovec
- e- matrica
- f- opora
- g- polizdelek

Pri iztiskovanju profilov so naslednje posebnosti:

- ▶ Kovine se iztiskujejo v toplem
- ▶ Hladno se iztiskuje plastika
- ▶ Kovine na bazi železa je potrebno mazati s tekočim steklom



Slika 109: Izstiskavanje polnih in votlih profilov z delovnim medijem (izstiskavanje naprej)

Prednosti iztiskovanja so:

- ▶ Optimalna izraba materiala
- ▶ Manjši materialni stroški
- ▶ Velika produktivnost
- ▶ Kratek čas izdelave; 0.5 do 10 s
- ▶ Natančne dimenzije in geometrija
- ▶ Kvalitetna površina
- ▶ Dobre mehanske lastnosti zaradi utrjevanja
- ▶ Odpade lahko nadaljnja obdelava

Slabost: zelo obremenjeno orodje; tudi do
2500 MPa