

ZÁKLADY VÝROBNÝCH TECHNOLOGIÍ I.

Objemové tvárnenie za tepla

Odporučená literatúra

BAČA, J., BÍLIK, J. *Technológia tvárnenia*. Bratislava : STU Bratislava, 2000. ISBN 80-227-1339-2.

BAČA, J., BÍLIK, J., TITTEL, V. *Technológia tvárnenia*. Bratislava : STU Bratislava, 2010. ISBN 978-80- 227-3242-0.

BENKO, B., MÄSIAR, H., KOTRAS, P. *Technológia tvárnenia, zlievania a zvárania. Návod na cvičenia*. Bratislava : STU Bratislava, 1991. 171 s. ISBN 80-227-0340-0.

BÍLIK, J. et al. *Technológia tvárnenia. Návod na cvičenia*. Bratislava : STU Bratislava, 2004. 171 s. ISBN 80-227-2099-2.

BLAŠČÍK, F. et al. *Technológia tvárnenia, zlievarenstva a zvárania*. Bratislava: Alfa Bratislava, 1988.

ČABELKA, J. et al. *Mechanická technológia*. Bratislava: SAV Bratislava, 1967.

ČERMÁK, J. Přesné zápusťkové kování. Vyd. 1. Brno: FORM, 2000. ISBN 80-214-1661-0.

DVOŘÁK, M., GAJDOŠ, F. a NOVOTNÝ, K. *Technologie tváření: plošné a objemové tváření*. Vyd. 5., V Akademickém nakladatelství CERM 3. vyd. Brno: CERM, 2013. ISBN 978-80-214-4747-9.

Odporučená literatúra

FROLEC, I. 2003. Kovárství. Praha: Grada. Řemesla, tradice, technika. ISBN 8024706113.

FOREJT, M., PÍŠKA M., *Teorie obrábění, tváření a nástroje*. Brno : VUT Brno, 2006. ISBN 80-214-2374-9.

HAŠEK, V. Kování. 3. vydání. Praha: SNTL, 1997. ISBN 04-233-65.

HOSFORD, W. F. a CADDELL, R. M. 2011. Metal forming: mechanics and metallurgy. 4th. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 9781107004528.

HRIVŇÁK, A., EVIN, E., SPIŠÁK, E. *Technológia plošného tvárnenia*. Bratislava : Alfa Bratislava, 1990. 264 s. ISBN 80-05-00439-7.

HRIVŇÁK, A., PODOLSKÝ, M., DOMAZETOVICH, V. *Teória tvárnenia a nástroje*. Bratislava : Alfa Bratislava, 1992. 344 s. ISBN 80-05-01032-X.

KALPAKJIAN, S. *Manufacturing Engineering and Technology*. Massachusetts : PE-USR, 2006. 895 pp. ISBN 0-13-148965-8.

KOSTKA, P. *Metal forming*. Bratislava : SjF STU Bratislava, 2002. 117 p. ISBN 80-227-1801-7

LETKO, I. et al. Priemyselné technológie. Žilina: ZUSI, 2002.

Odporučená literatúra

LIPA, Z. et al. Priemyselné technológie a výrobné zariadenia. Bratislava : STU Bratislava, 2003. 324 s. ISBN 80-227-1907-2.

SUCHOPÁREK, R. Základy zápusťkového kování oceli. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1956. ISBN L13-B2-3-I.

ŠUGÁR, P., ŠUGÁROVÁ, J. Výrobné technológie – zlievanie, zvarovanie, tvárnenie. Zvolen : TU Zvolen, 2009. 291 s. ISBN 978-80-89090-587.

THEIS, H. E. *Handbook of metalforming processes [online]*. New York: Marcel Dekker, 1999 ISBN 08-247-9317-X.

VASILKO, K., BOKUČAVA, G. Výrobné technológie. Prešov: FVT, 2001.

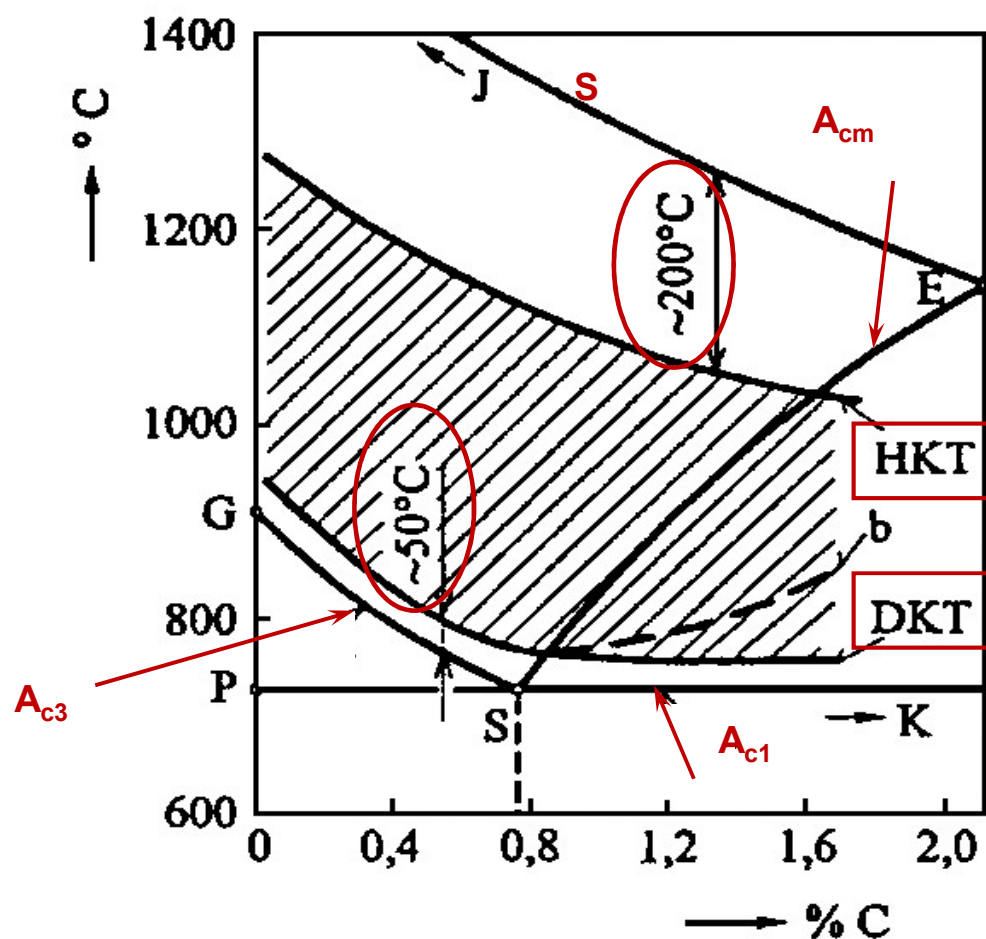
Výroba výkovkú. Dostupné na: <http://www.swrjhlava.cz/index.php?page=vyroba>.

Objemové tvárnenie za tepla

Objemové tvárnenie za tepla je charakteristické tým, že pôsobením vonkajších síl na východiskový polotovár meníme jeho *tvar, rozmery a fyzikálno-mechanické vlastnosti s podstatnou zmenou jeho hrúbky* tak, aby spĺňal výkresom predpísané parametre, *nad teplotou rekryštalizácie*.

Tieto zmeny sa realizujú prostredníctvom *mechanizmov plastickej deformácie bez porušenia súdržnosti* materiálu.

Ohrev materiálu



$$HKT = T_S - (200 \text{ až } 300) \text{ (} ^\circ\text{C)}$$

$$DKT = T_{Ac3} \text{ (} T_{Ac1} \text{)} + (20 \text{ až } 50) \text{ (} ^\circ\text{C)}$$

Pásma kovacích teplôt

ocele (700 až 1 300 °C),

zliatiny Cu (650 až 1 000 °C),

zliatiny Al (350 až 500 °C)

zliatiny Ti (830 až 1 060 °C).

Objemové tvárnenie za tepla

K základným prácam objemového tvárnenia za tepla patrí:

- **kovanie**
 - *voľné kovanie*
 - *zápustkové kovanie*
- **valcovanie**
 - *pozdĺžne valcovanie*
 - *priečne valcovanie*

Objemové tvárnenie za tepla

K základným prácam objemového tvárnenia za tepla patrí:

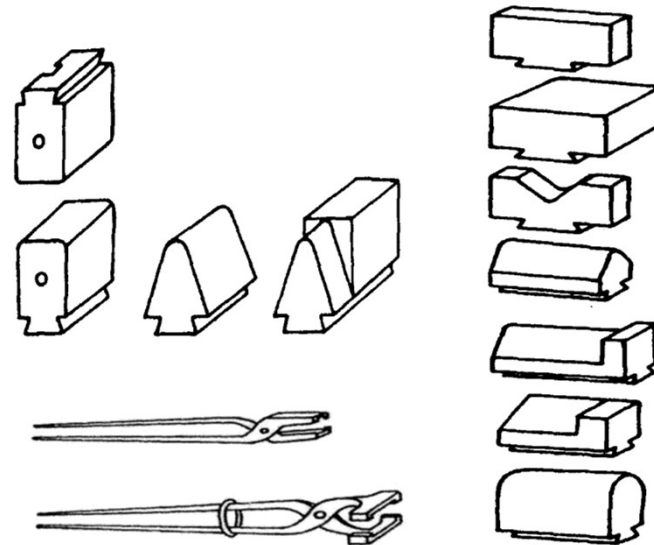
- **kovanie**
 - ***voľné kovanie***
 - ***zápustkové kovanie***
- **valcovanie**
 - ***pozdlžne valcovanie***
 - ***priečne valcovanie***

Voľné kovanie

Voľné kovanie

- *ručné* voľné kovanie
- *strojové* voľné kovanie

Ručné voľné kovanie



Voľné kovanie

Voľné kovanie

- *ručné* voľné kovanie
- *strojové* voľné kovanie

Strojové voľné kovanie



Voľné kovanie – ubíjanie

Voľné kovanie

- *ručné* voľné kovanie
- *strojové* voľné kovanie

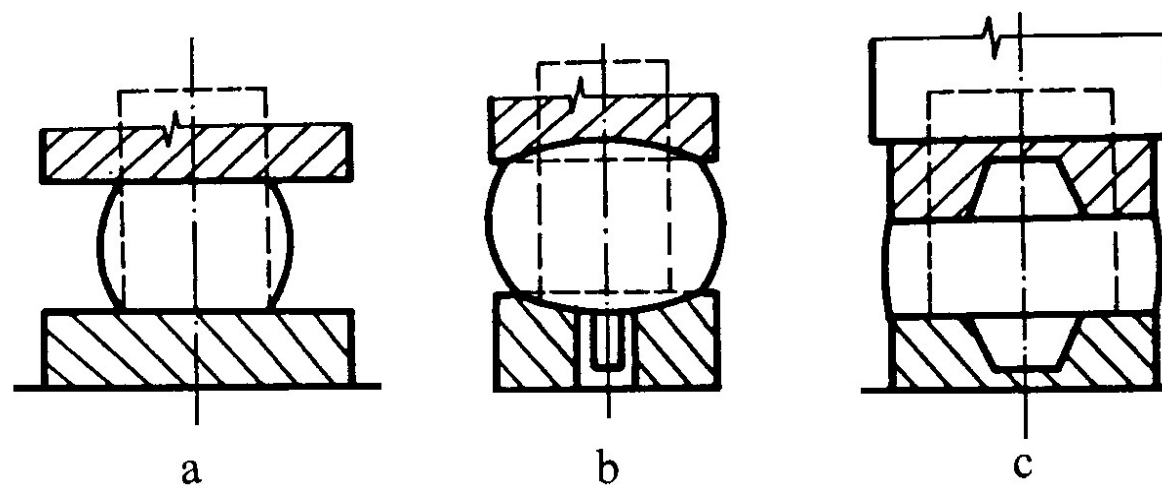


Schéma ubíjania

*a – rovnými kovadlami, b – vydutými kovadlami,
c – s vytlačovaním materiálu*

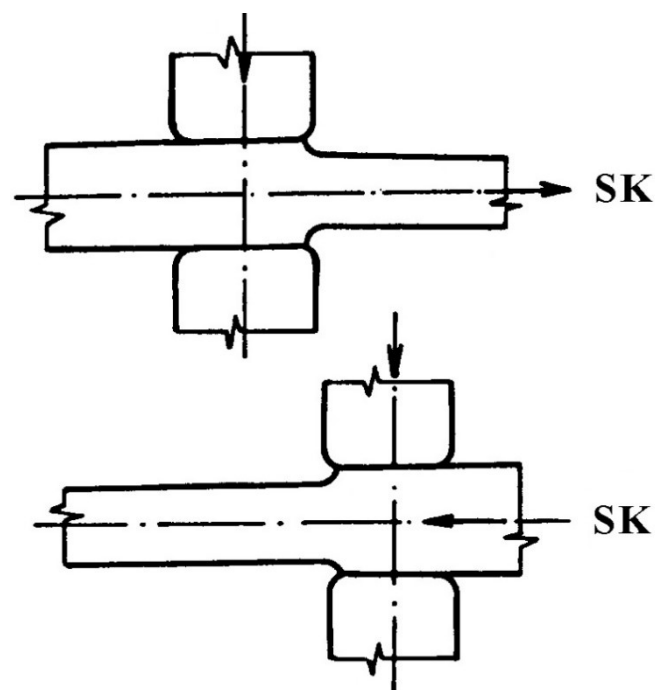
Voľné kovanie – predlžovanie

Voľné kovanie

- *ručné* voľné kovanie
- *strojové* voľné kovanie

Schéma predlžovania

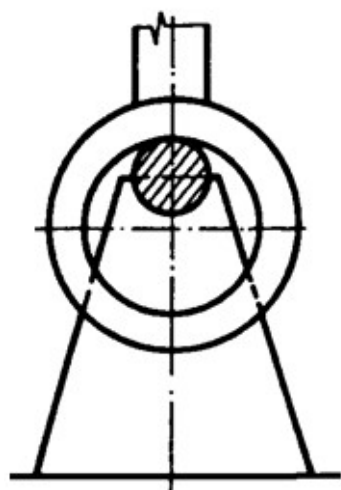
a – predlžovanie k sebe, b – predlžovanie od seba
SK – strana kováča



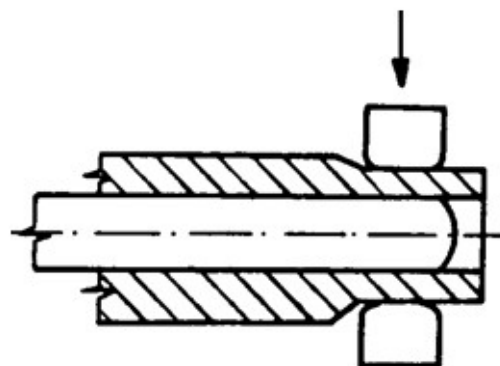
Voľné kovanie – kovanie na trní

Voľné kovanie

- *ručné* voľné kovanie
- *strojové* voľné kovanie



a



b

Schéma kovania na trní
a – rozširovanie, b – predlžovanie

Voľné kovanie – dierovanie

Voľné kovanie

- *ručné* voľné kovanie
- *strojové* voľné kovanie

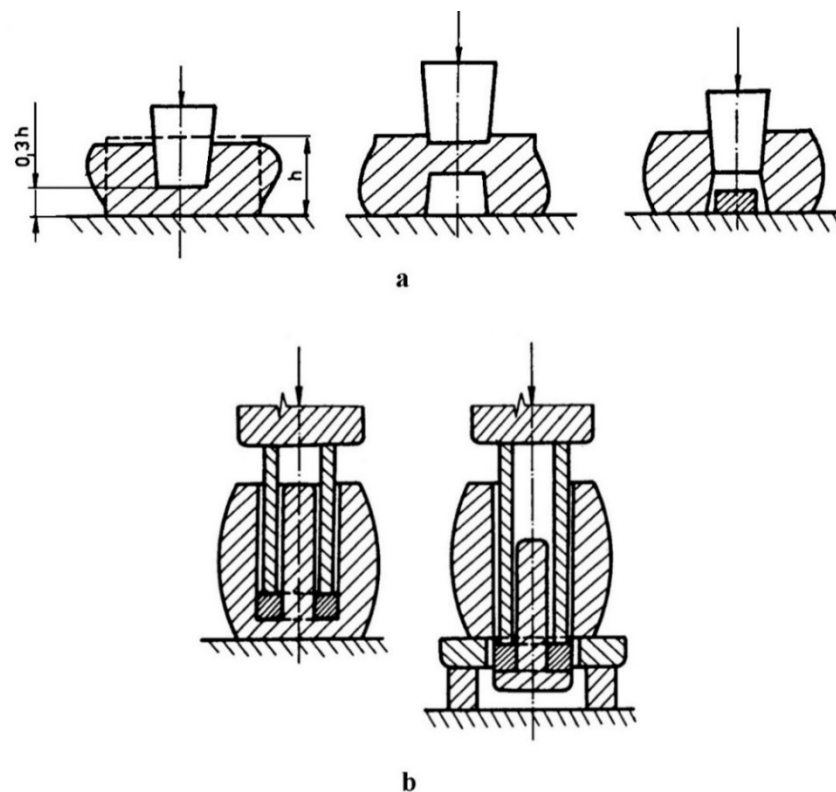


Schéma dierovania

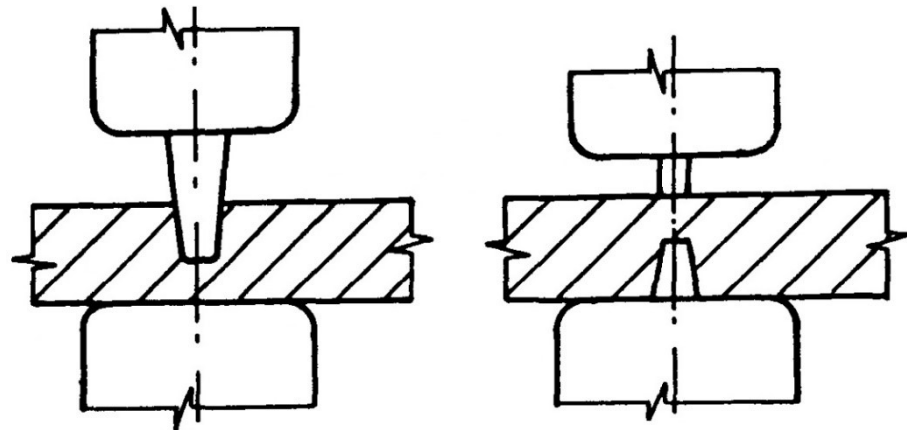
*a – s plným trňom, b – dutým trňom,
h – výška polotovaru*

Voľné kovanie – sekanie

Voľné kovanie

- *ručné* voľné kovanie
- *strojové* voľné kovanie

Schéma jednostranného sekania



Voľné kovanie – osadzovanie a presadzovanie

Voľné kovanie

- *ručné* voľné kovanie
- *strojové* voľné kovanie

Schéma osadzovania

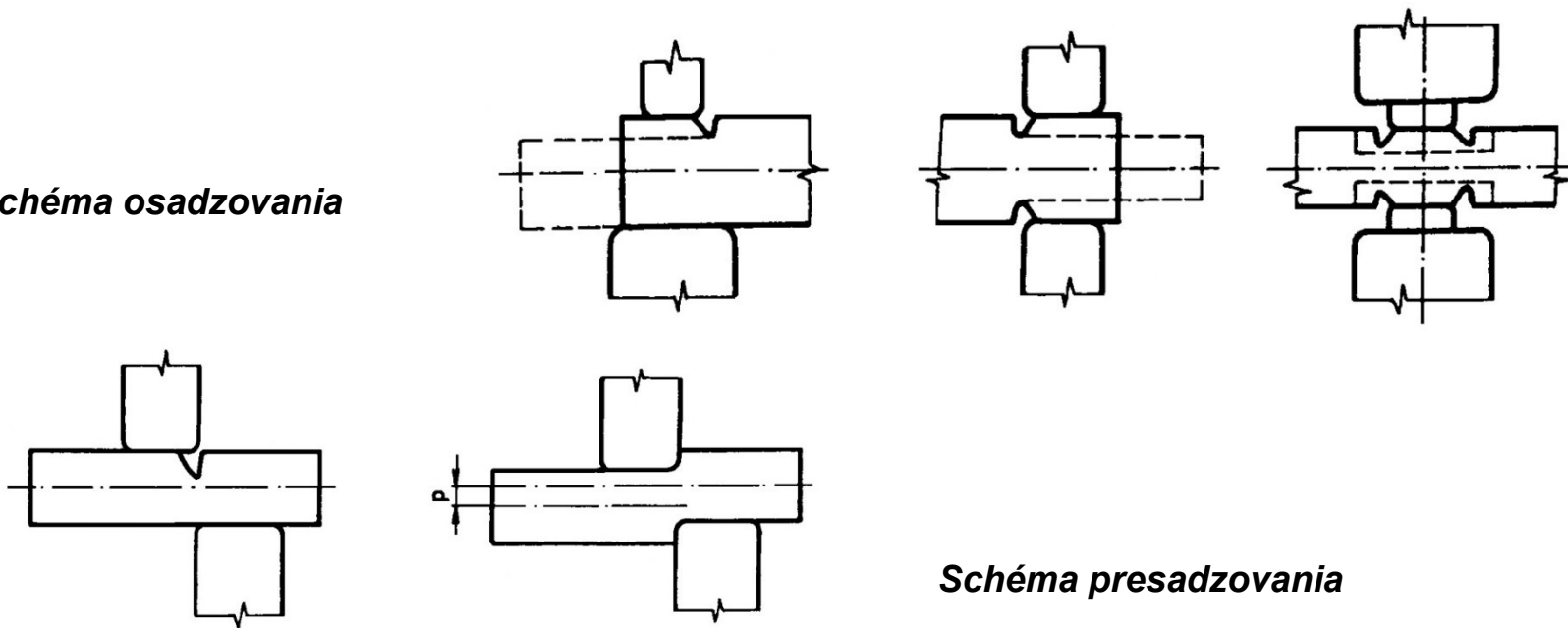


Schéma presadzovania

Voľné kovanie – ohýbanie a skrúcanie

Voľné kovanie

- *ručné* voľné kovanie
- *strojové* voľné kovanie

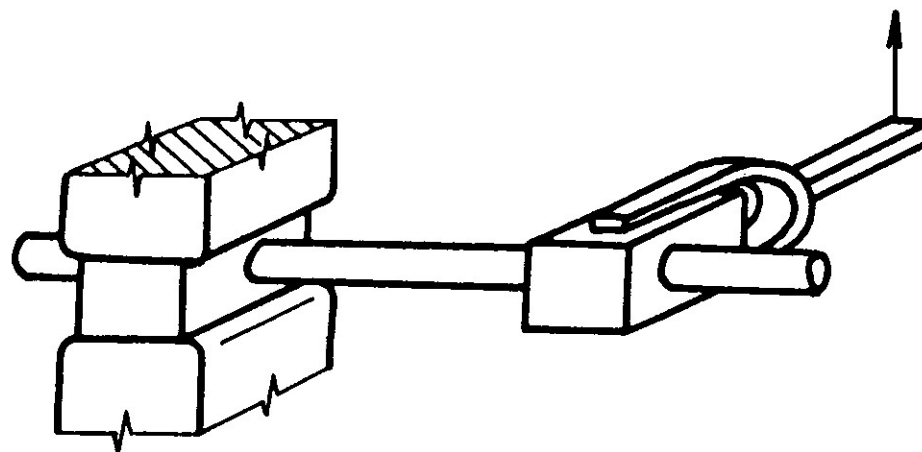


Schéma skrúcania

Objemové tvárnenie za tepla

K základným prácam objemového tvárnenia za tepla patrí:

- **kovanie**
 - *voľné kovanie*
 - *zápustkové kovanie*
- **valcovanie**
 - *pozdlžne valcovanie*
 - *priečne valcovanie*

Zápustkové kovanie

Zápustkové kovanie je kovanie s ***usmernením tečenia materiálu.***

- **zápustkové kovanie**
 - ***s výronkom*** (otvorená zápustka)
 - ***bez výronku*** (uzatvorená zápustka)
- **zápustkové kovanie**
 - ***dynamické*** (úderové)
 - ***tlakové***

Zápustkové kovanie

Pri zápustkovom kovaní sa ako **nástroj** používa **ZÁPUSTKA**.

- **zápustka**

- **otvorená zápustka (OZ)** – s výrobkom

- s otvorenou
výronkovou drážkou (LIS)

- s uzatvorenou
výronkovou drážkou (BUCHAR)

- **uzatvorená zápustka (UZ)** – bez výrobku

Zápustkové kovanie

Zápustkové kovanie – zápustka

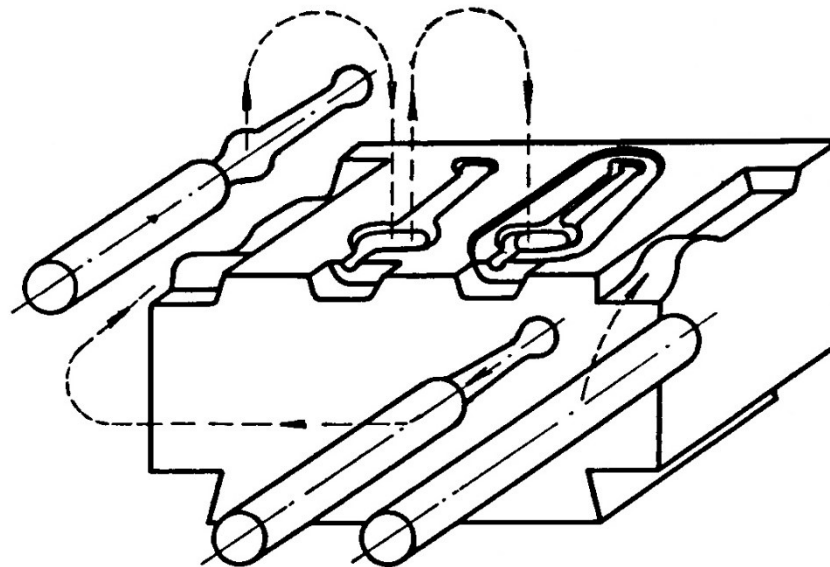


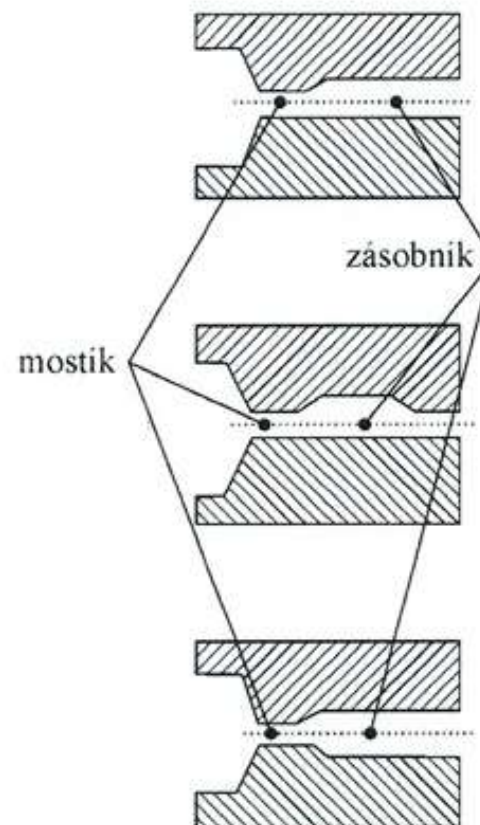
Schéma viacdutinovej spodnej časti zápusťky

Zápustkové kovanie – výronkové drážky

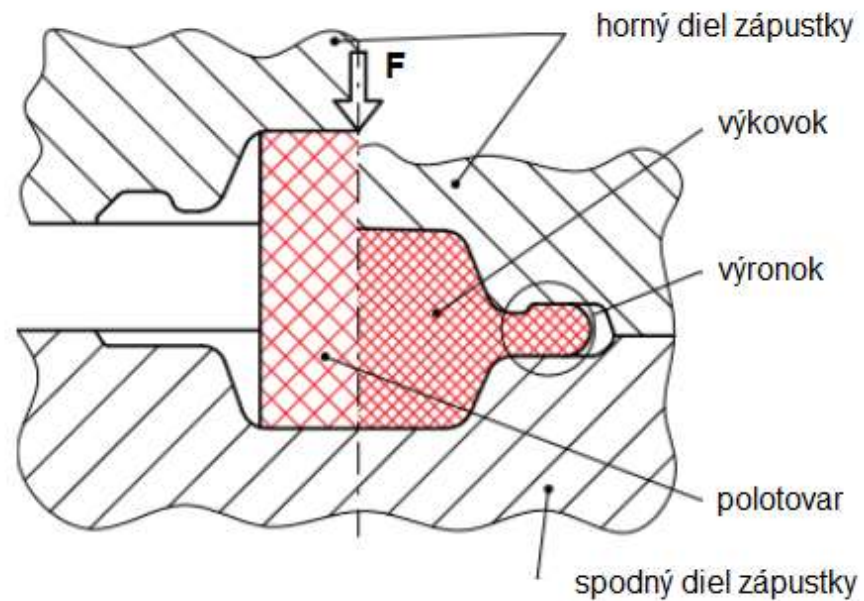
BUCHAR



LIS



Zápustkové kovanie



**Schéma kovania v *otvorenej zápustke* s
*uzatvorenou výronkovou drážkou***

Zápustkové kovanie

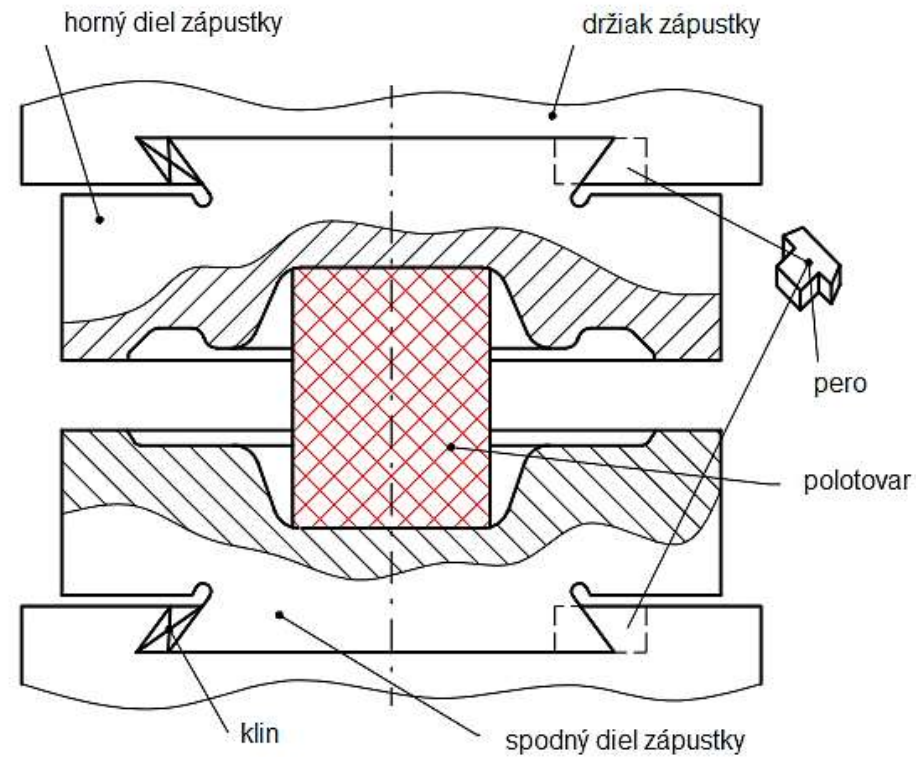


Schéma kovania v otvorenej zápustke *pre buchar*

Zápustkové kovanie – výronková drážka

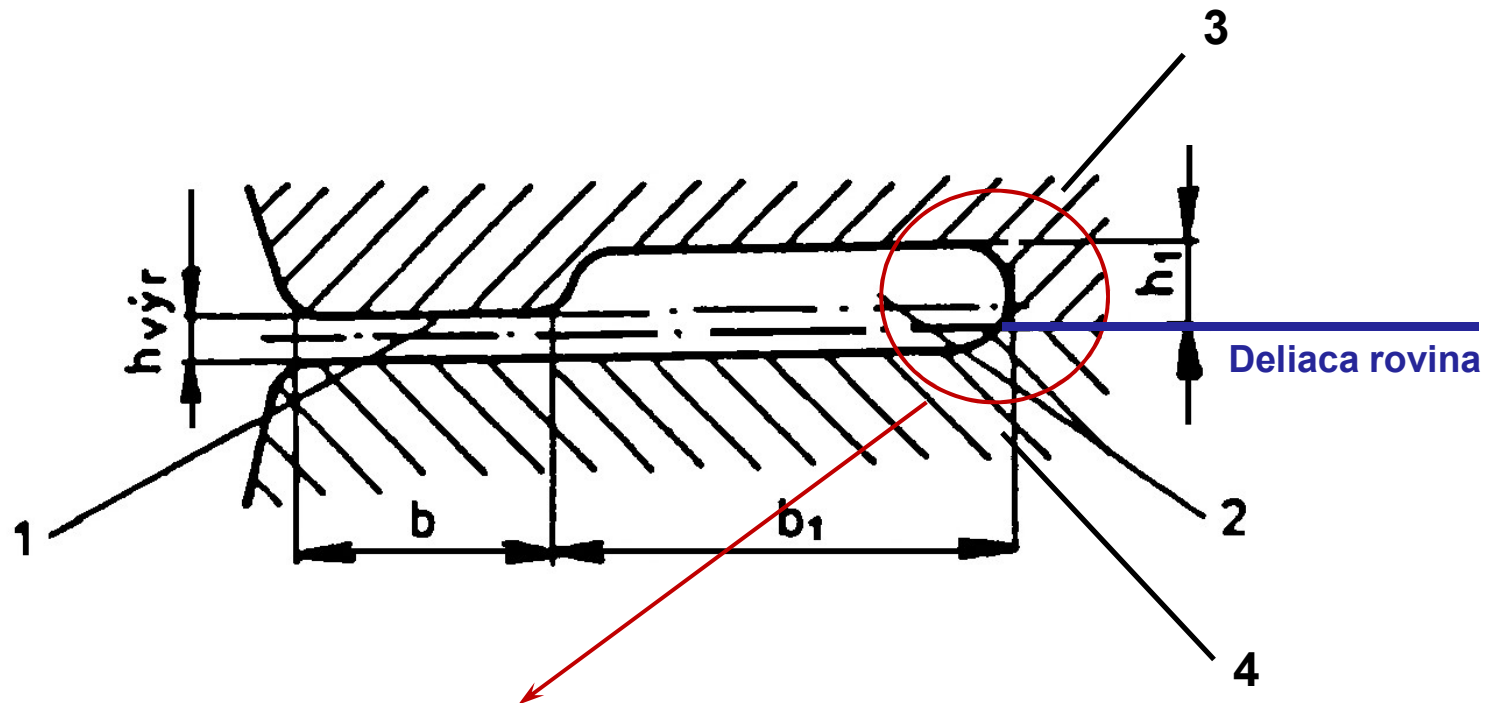


Schéma **uzatvorenej** výronkovej drážky (pre buchary)

1 – mostík, 2 – zásobník, 3 – horná časť zápustky, 4 – spodná časť zápustky
 h_{vyr} – výška mostíka výronkovej drážky (VD), h_1 – výška zásobníka VD,
 b – šírka mostíka VD, b_1 – šírka zásobníka VD

Zápustkové kovanie – výronková drážka

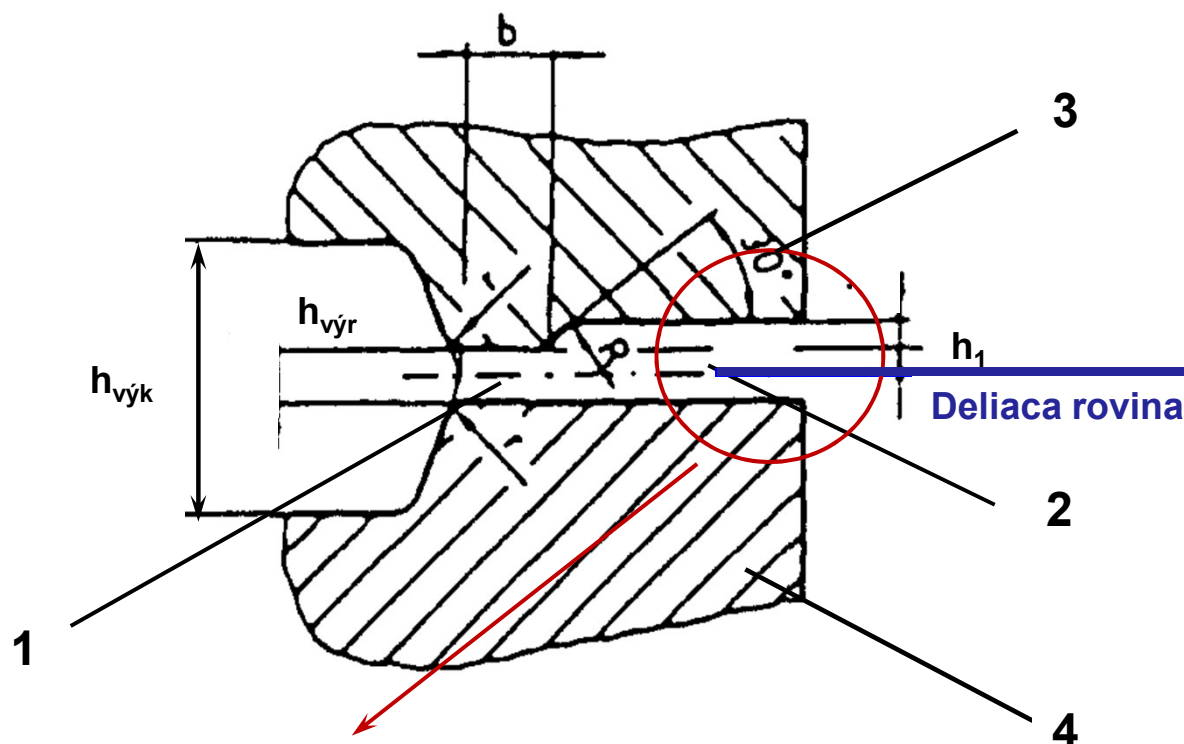


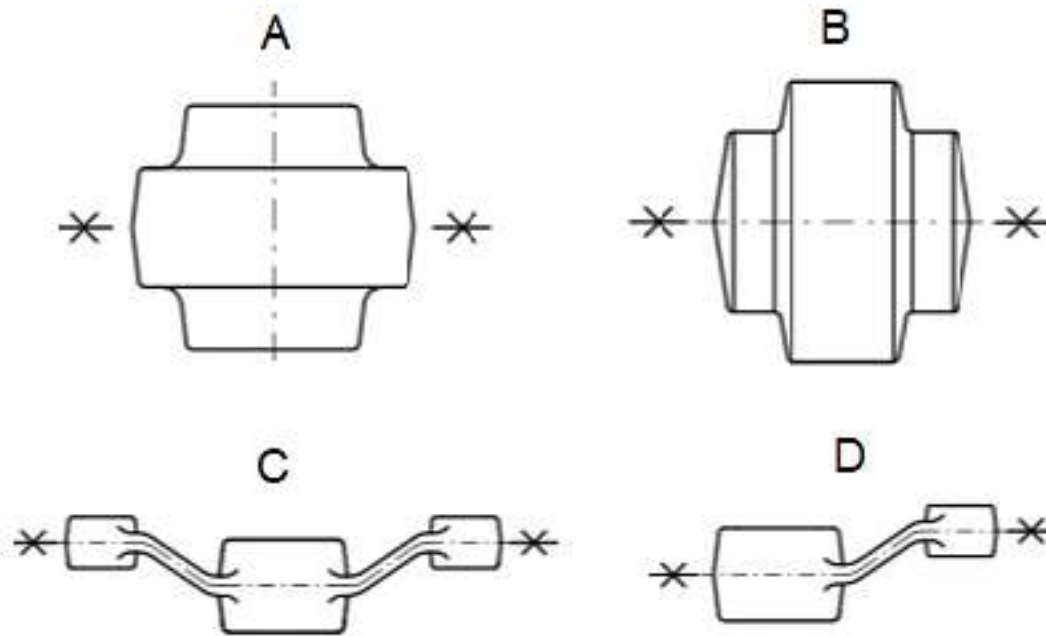
Schéma **otvorenej** výronkovej drážky (pre lisy)

1 – mostík, 2 – zásobník, 3 – horná časť zápustky, 4 – spodná časť zápustky

$h_{výr}$ – výška mostíka výronkovej drážky (VD), h_1 – výška zásobníka VD,

$h_{výk}$ – výška výkovku b – šírka mostíka VD, b_1 – šírka zásobníka VD

Zápustkové kovanie – deliaca rovina



Príklady tvarov deliacich rovín (DR)

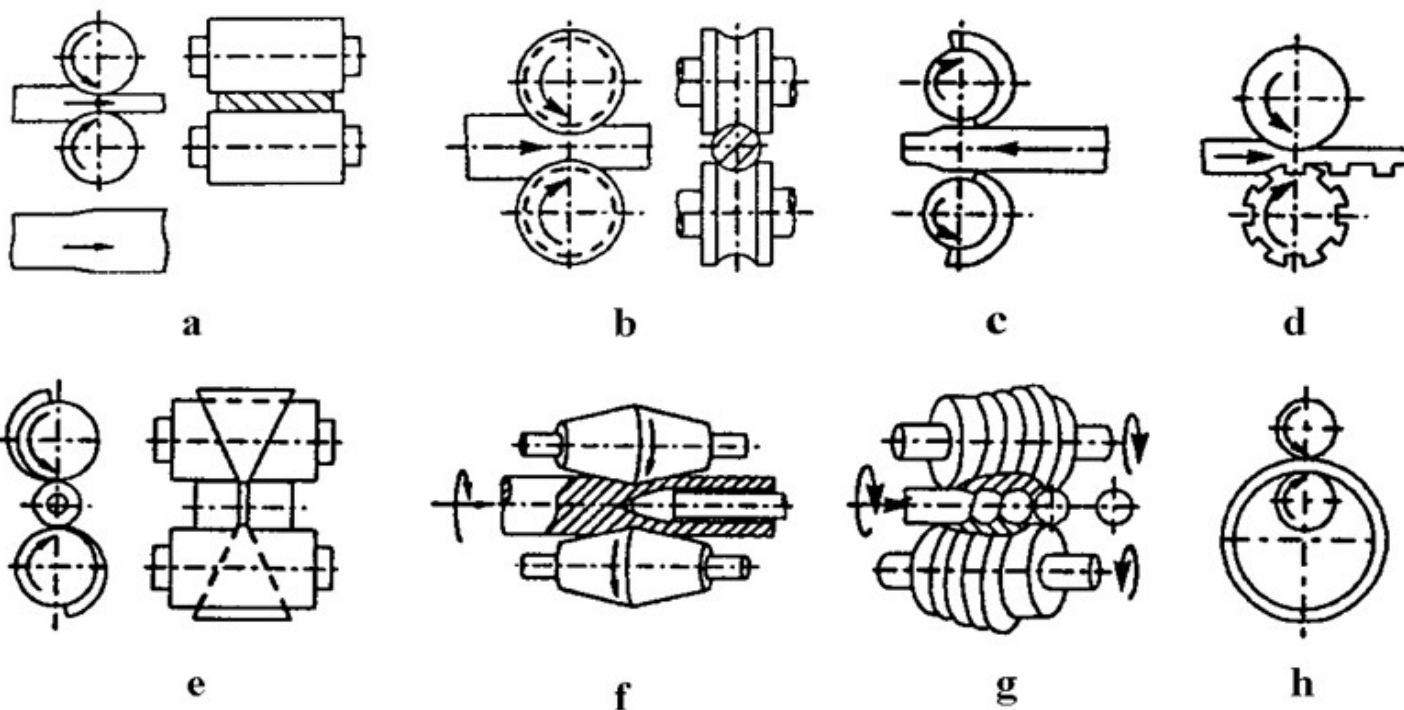
*A – DR kolmo na hlavnú os výkovku, B – DR v smere hlavnej osi výkovku,
C, D – DR lomená alebo zakrivená v jednom i viac smeroch*

Objemové tvárnenie za tepla

K základným prácam objemového tvárnenia za tepla patrí:

- **kovanie**
 - *voľné kovanie*
 - *zápustkové kovanie*
- **valcovanie**
 - *pozdĺžne valcovanie*
 - *priečne valcovanie*

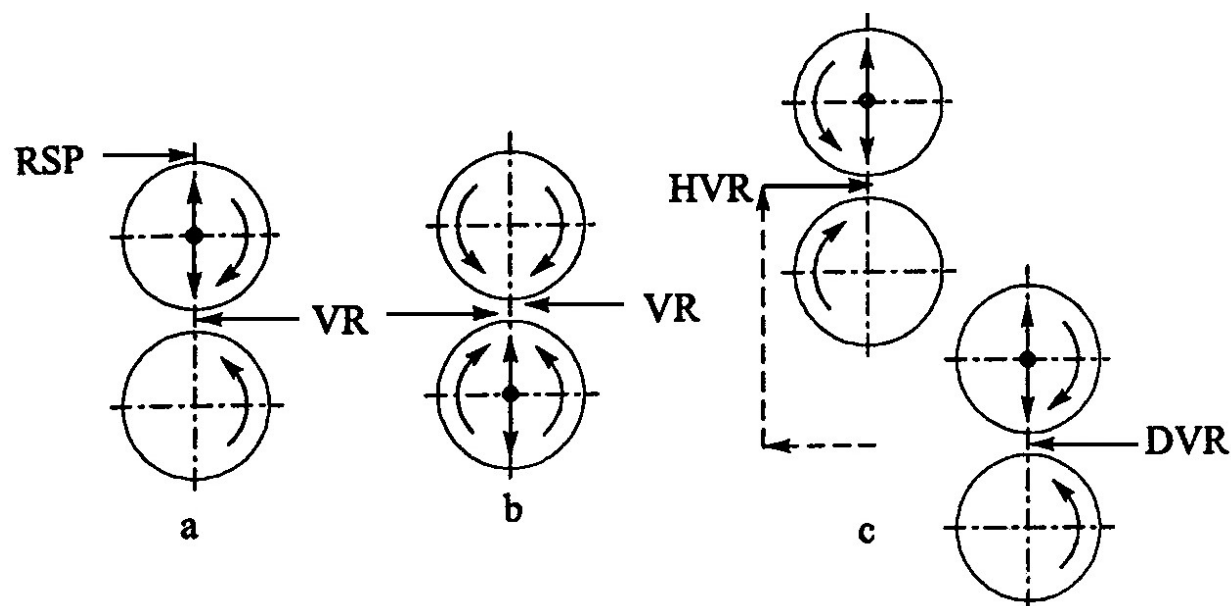
Valcovanie



Operácie valcovania

*a – pozdĺžne, b – pozdĺžne tvarové plynulé, c – pozdĺžne tvarové prerušované,
d – pozdĺžne tvarové periodické, e – priečne tvarové,
f – kosé dierovanie, g – kosé tvarové valcovanie, h – rozvalcovanie*

Schémy valcovacích stolíc typu duo

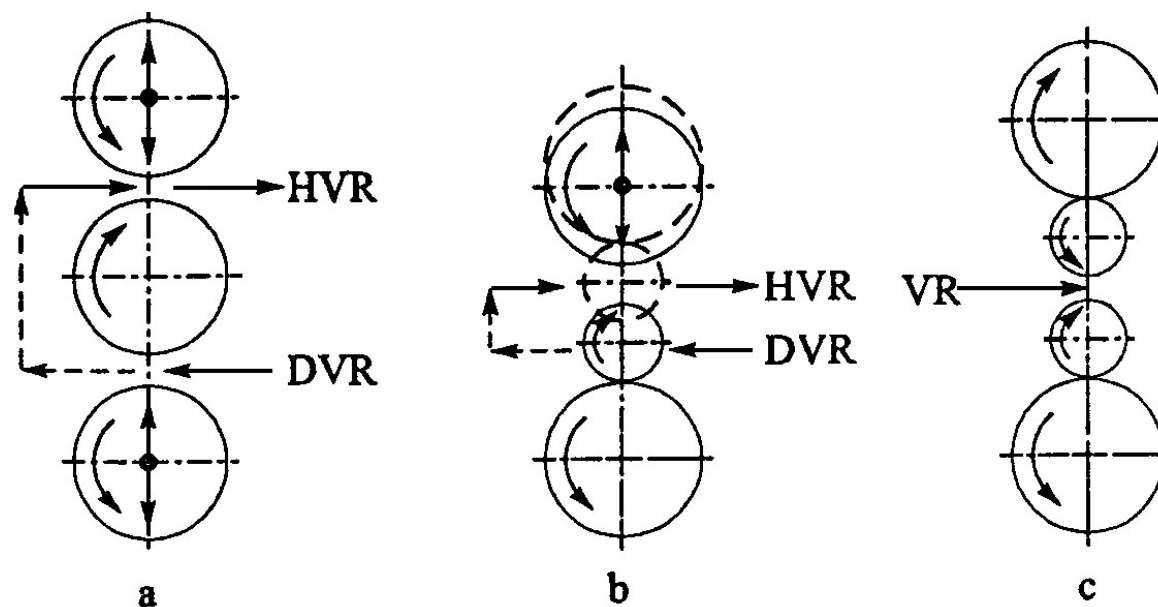


Schémy valcovacích stolíc typu duo

a – jednosmerné, b – vratné (reverzné), c – dvojité

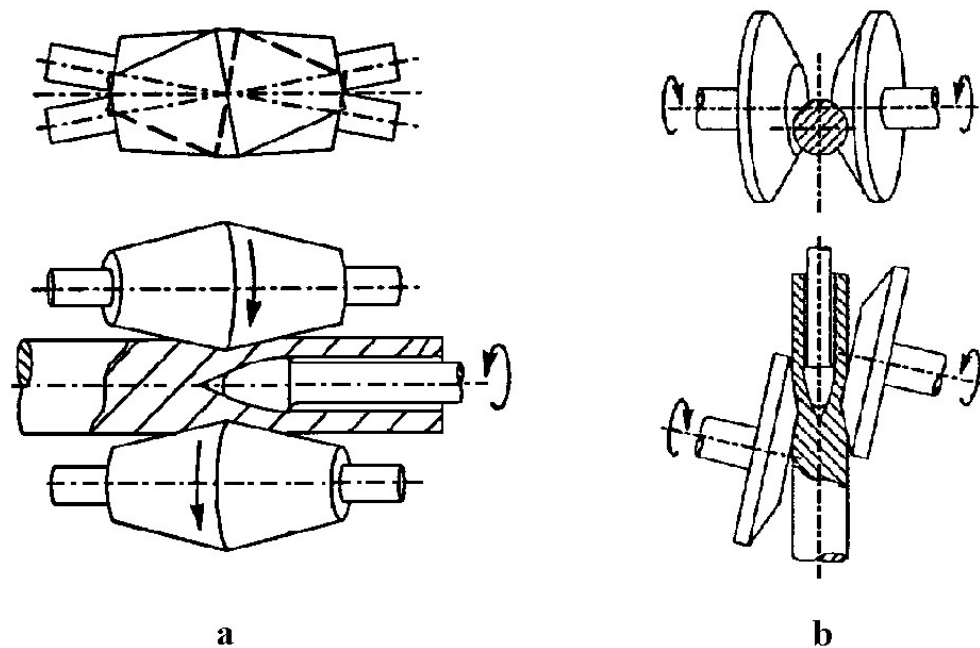
RSP – rovina spätného pohybu, VR – valcovacia rovina, HVR – horná VR, DVR – dolná VR

Schémy valcovacích stolíc typu trio a kvatro



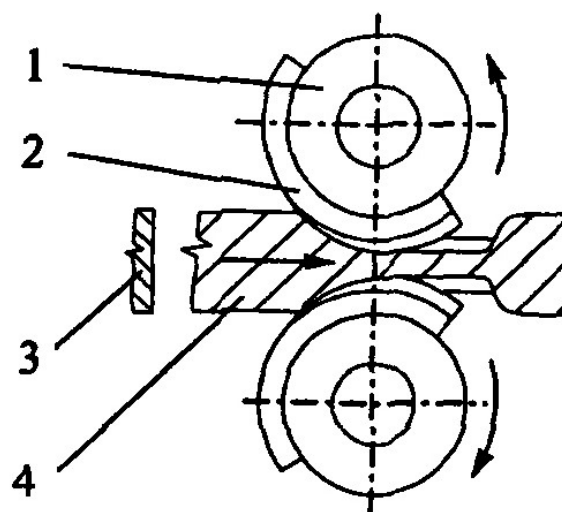
*Schémy valcovacích stolíc typu
a, b – trio, c – kvarto*

Valcovanie rúr



Schémy valcovania rúr podľa
a – Manesmana, b – Stiefela

Kovanie na kovacích valcoch



Princíp kovania na kovacích valcoch

1 – valec, 2 – segmenty, 3 – doraz, 4 – tvárnený materiál

ZÁKLADY VÝROBNÝCH TECHNOLOGIÍ I.

Objemové tvárnenie za tepla

e-mail: jana.sugarova@stuba.sk