

PROGRESÍVNE METÓDY TVÁRNENIA

Strihanie

Strihanie – fázy strihania

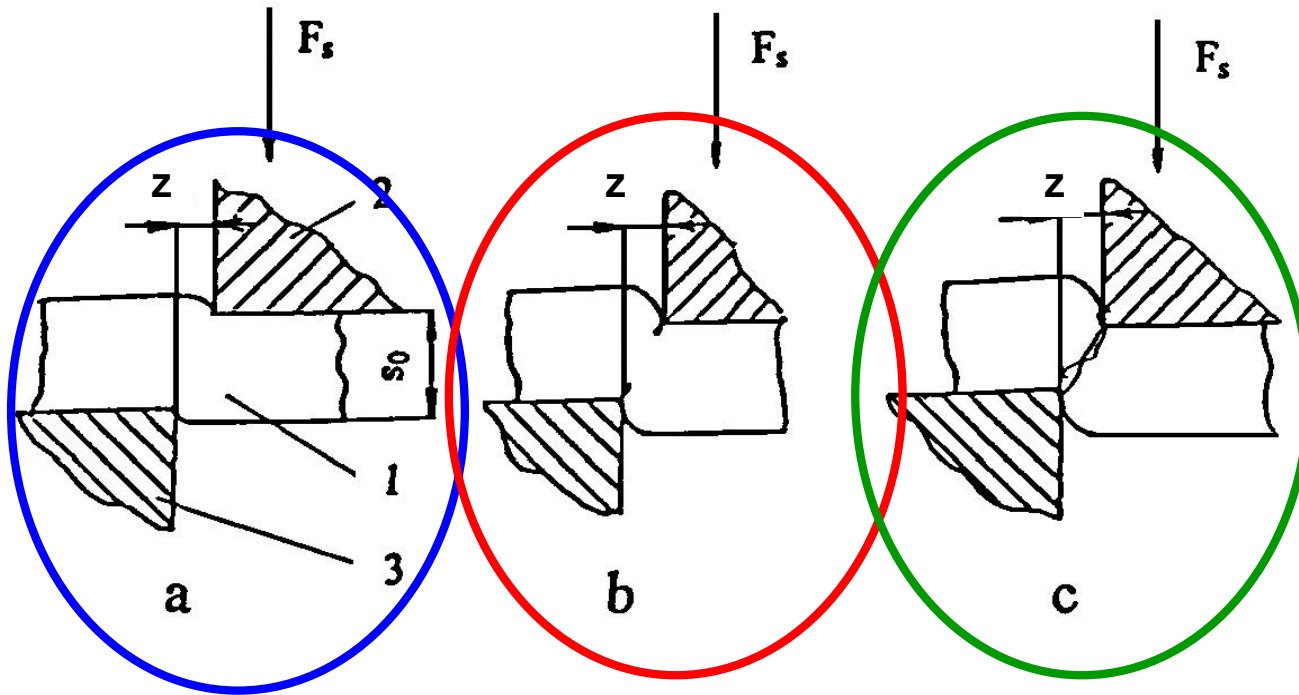
Pružná fáza – začína pri kontakte strižných hrán so strihaným materiálom a končí dosiahnutím medze sklzu R_e v rovine strihu. Táto fáza prebieha počas vnikania strižnej hrany do vzdialenosti asi 5 až 8 % z hrúbky strihaného materiálu.

Fáza tvárnej deformácie – napätie sa zvyšuje až na hodnotu pevnosti v strihu. Hĺbka vniku strižníka do materiálu je 10 až 25 % hrúbky strihaného materiálu. V mieste kontaktu strižných hrán s materiálom sa **začínajú vytvárať mikrotrhliny**.

Fáza porušenia – nastáva po prekročení hodnoty pevnosti v strihu, kedy dochádza k vzniku a šíreniu trhlín po sklzových rovinách. Po ich spojení sa materiál oddelí. Oddelenie materiálu nastane skôr ako prejde strižník celou hrúbkou materiálu.

Vzdialenosť, ktorú prejde strižník od okamihu dotyku s materiálom po jeho oddelenie je definovaná ako **hrúbka čistého strihu**.

Strihanie – fázy strihania

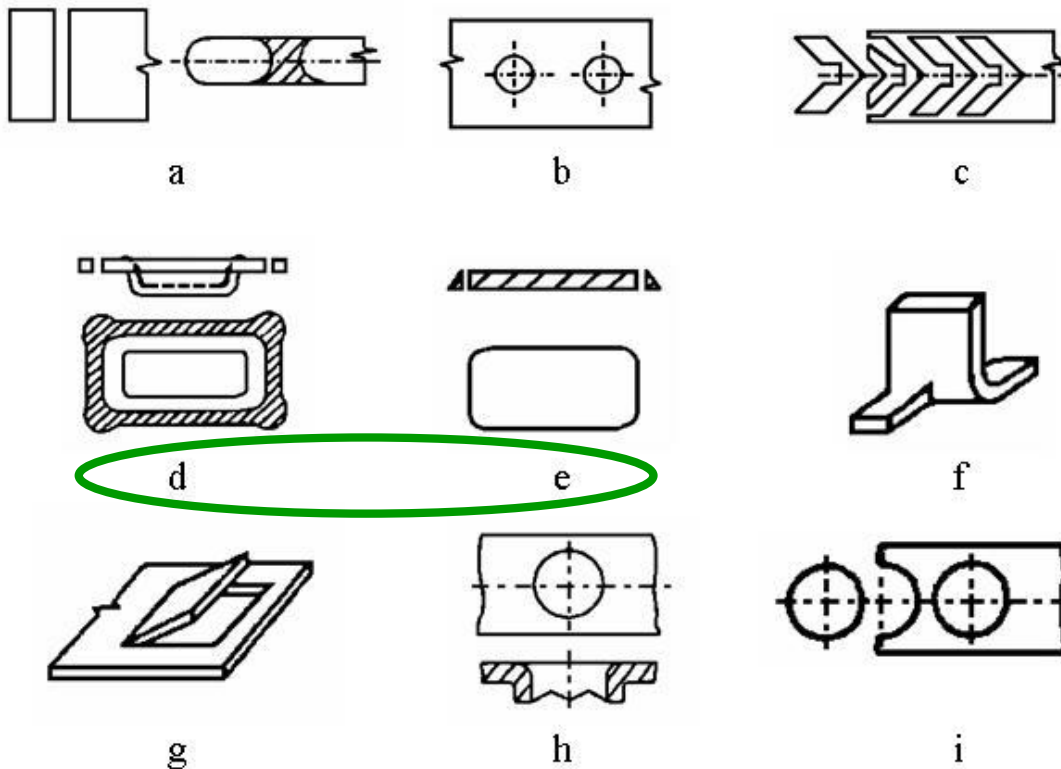


Pružná fáza

Fáza porušenia

Fáza tvárnej deformácie

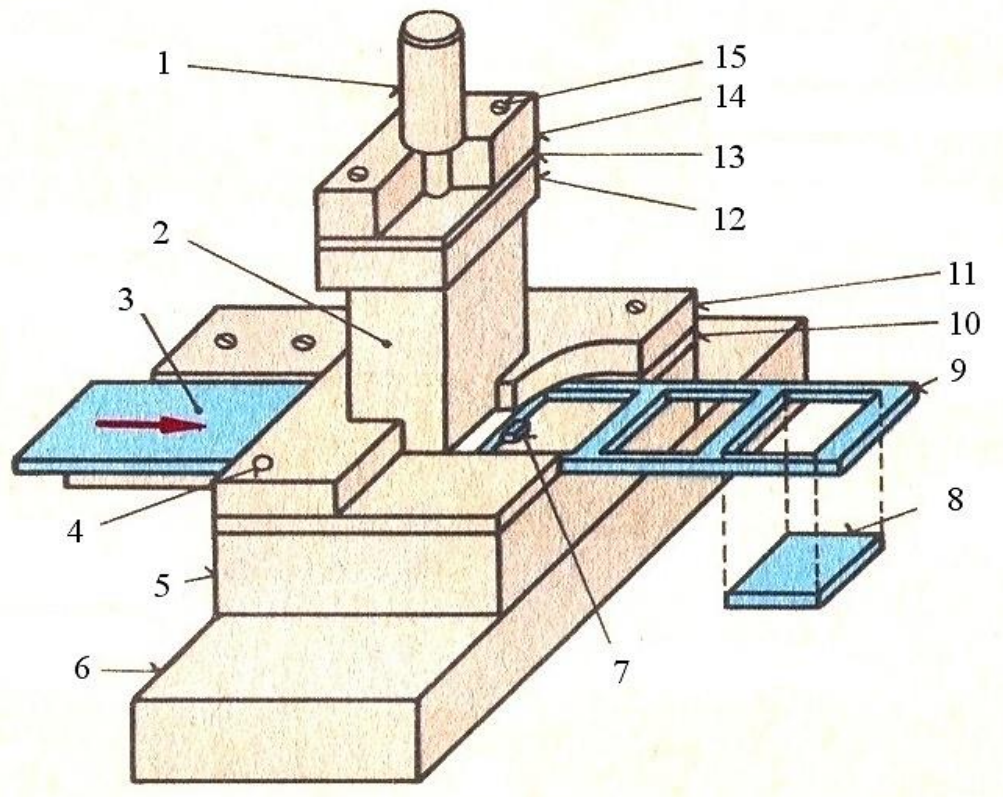
Strihanie – operácie



Operácie strihania

- a – jednoduché strihanie,
- b – dierovanie,
- c – vystrihovanie,
- d – ostrihovanie,
- e – pristrihovanie,
- f – nastrihovanie,
- g – prestrihovanie,
- h – pretrhávajúce,
- i – vysekávanie

Nástroje na strihanie



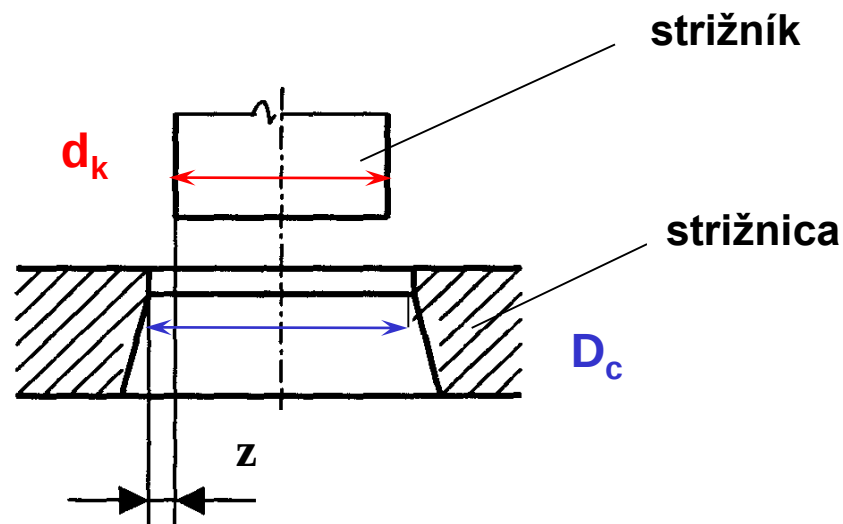
Uzatvorený strižný nástroj (s vedením strižníka voči strižnici)

- 1 – upínacia stopka,
- 2 – strižník,
- 3 – polotovár (pás plechu),
- 4 – kolík,
- 5 – strižnica,
- 6 – základová doska,
- 7 – doraz,
- 8 – výstrižok,
- 9 – odpad (perforovaný polotovár),
- 10 – vodiaca doska,
- 11 – vodiaca lišta,
- 12 – dolná upínacia doska,
- 13 – oporná doska,
- 14 – horná upínacia doska,
- 15 – skrutka

Strihanie – strižná medzera

$$v = D_c - d_k$$

$$Z = \frac{v}{2}$$

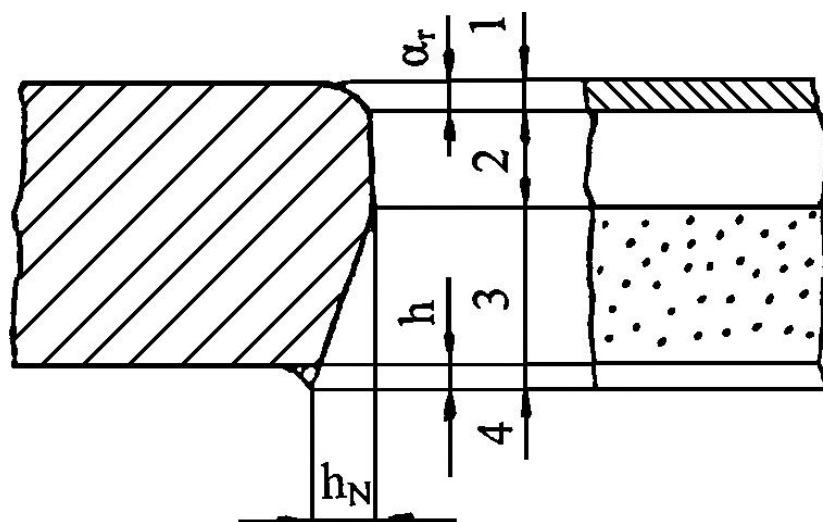


Na tvar strižnej plochy výrazne vplýva **strižná medzera z (c, m_s)**, čo je vzdialenosť medzi strižnými hranami. Pri strihaní na strižných nástrojoch sa používa pojem **strižná vôľa v** .

Strižná vôľa je rozdiel medzi rozmerom pracovných častí strižníka a strižnice (d_k, D_c).

Strižná medzera je polovica strižnej vôle a má byť po celom obvode, medzi strižníkom a strižnicou, rovnaká.

Strihanie – kvalita strižnej plochy



Tvar a kvalita strižnej plochy

- 1 – pásmo zaoblenia ($0,06s_0$),
 - 2 – pásmo plastického strihu ($0,1s_0$),
 - 3 – pásmo porušenia materiálu ($0,8s_0$),
 - 4 – pásmo odtláčenia od strižnice ($0,04s_0$),
- α_r – zaoblenie strižnej plochy, h – výška ostriny,
 h_N – hĺbka nerovnosti strižnej plochy

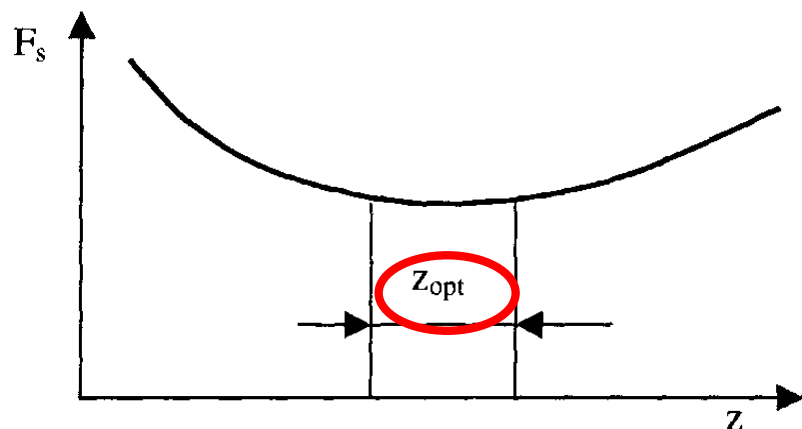
Pre materiály s hrúbkou $s_0 \leq 3$ mm, platí:

$$z = 0,32cs_0\sqrt{\tau_{ps}}$$

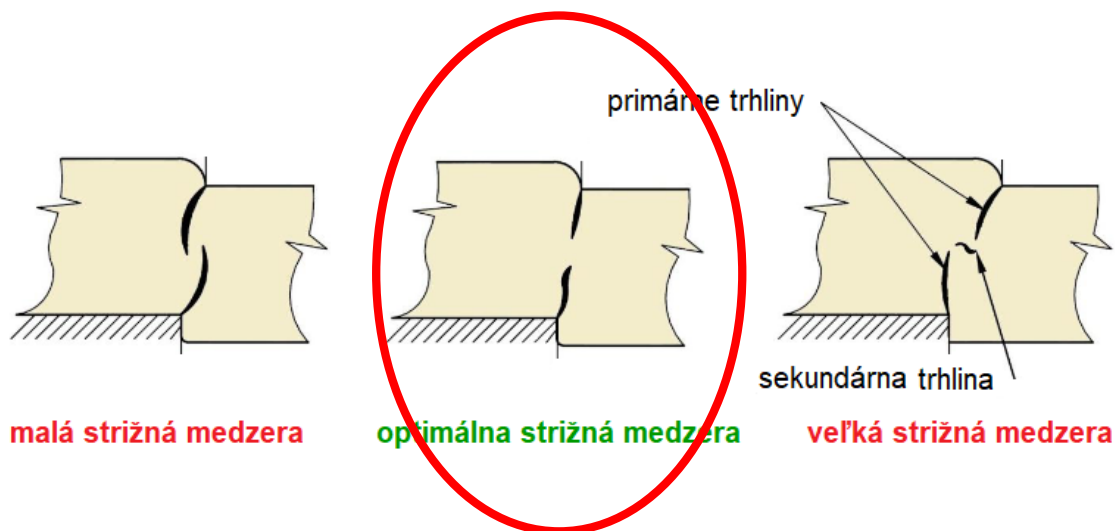
Pre materiály s hrúbkou $s_0 > 3$ mm, platí:

$$z = 0,32(1,5cs_0 - 0,015)\sqrt{\tau_{ps}}$$

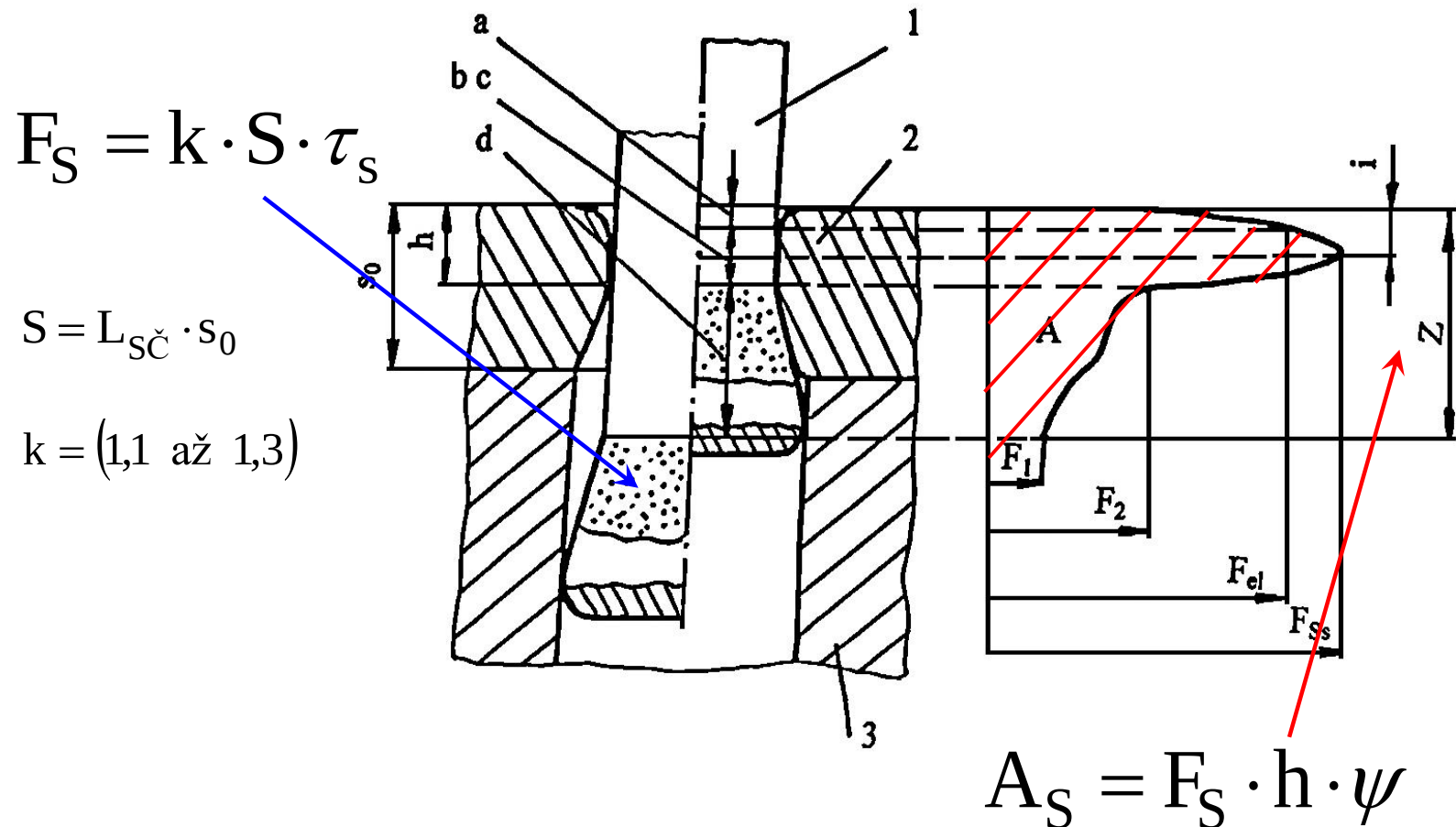
Strihanie – kvalita strižnej plochy



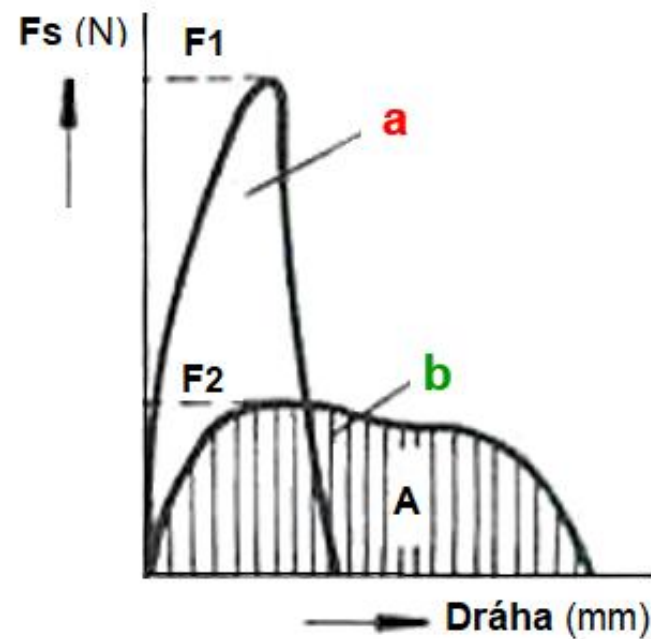
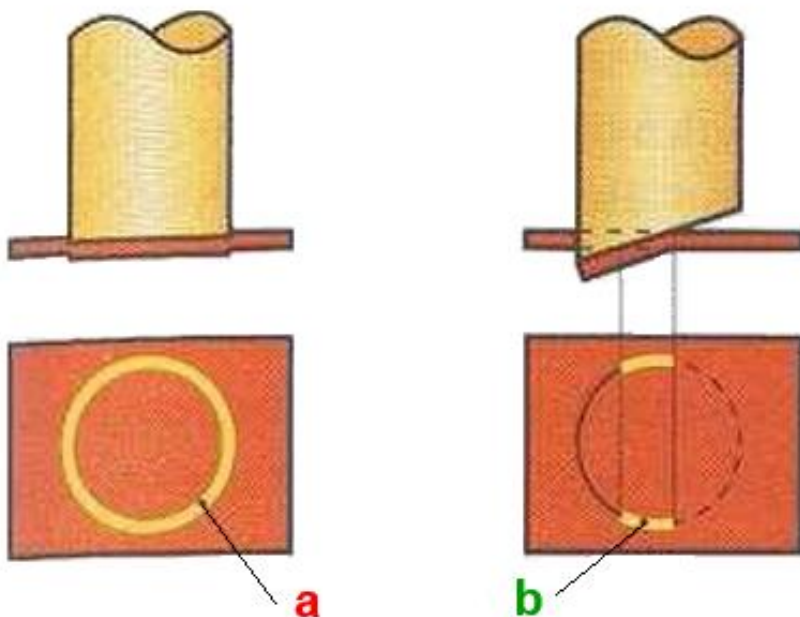
$$z_{opt} = (0,03 \text{ až } 0,12) \cdot s_0$$



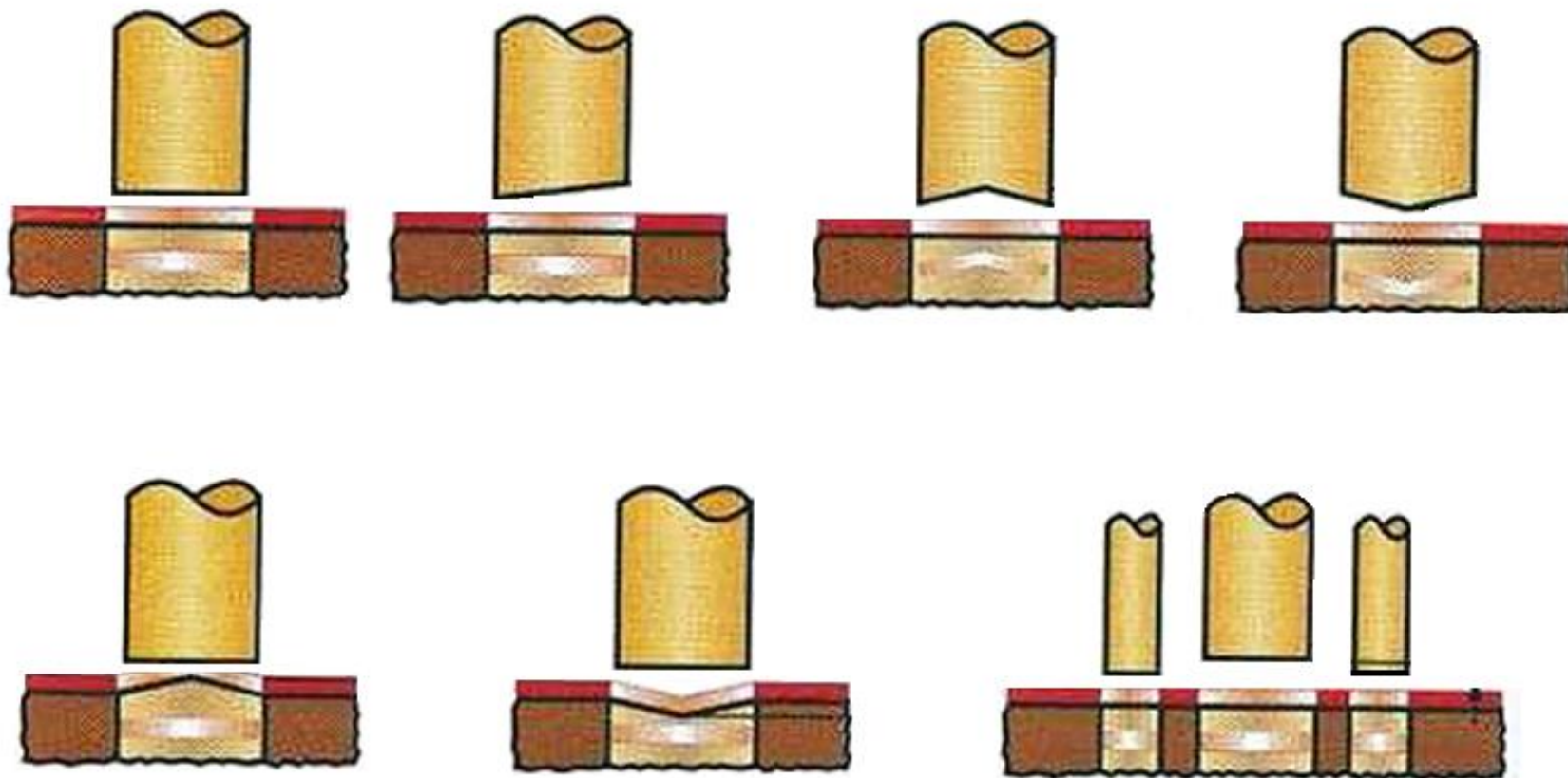
Energo-silové parametre pri strihaní



Energo-silové parametre pri strihaní



Energo-silové parametre pri strihaní



Strihanie – presné strihanie



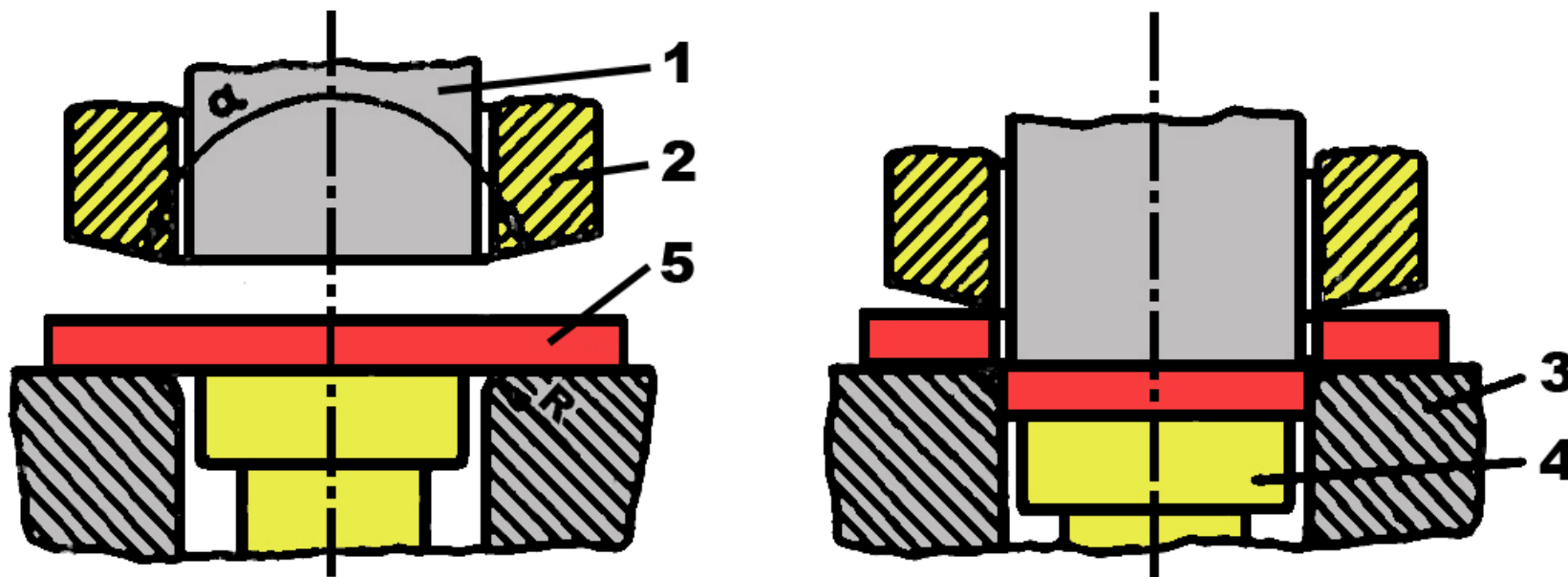
Strihanie – presné strihanie

Metódy ***presného strihania*** sú:

1. strihanie **so skoseným pridržiavačom**,
2. strihanie **s tlačnou obvodovou hranou**,
3. strihanie **so zaoblením strižnice** alebo **strižníka**,
4. **reverzné** strihanie,
5. strihanie (pristrihovanie) **s kladnou strižnou medzerou**,
6. strihanie (pristrihovanie) **so zápornou strižnou medzerou**,
7. výroba presného rozmeru **strihaním a kalibrovaním**.

Strihanie – presné strihanie

Presné strihanie so skoseným pridržiavačom

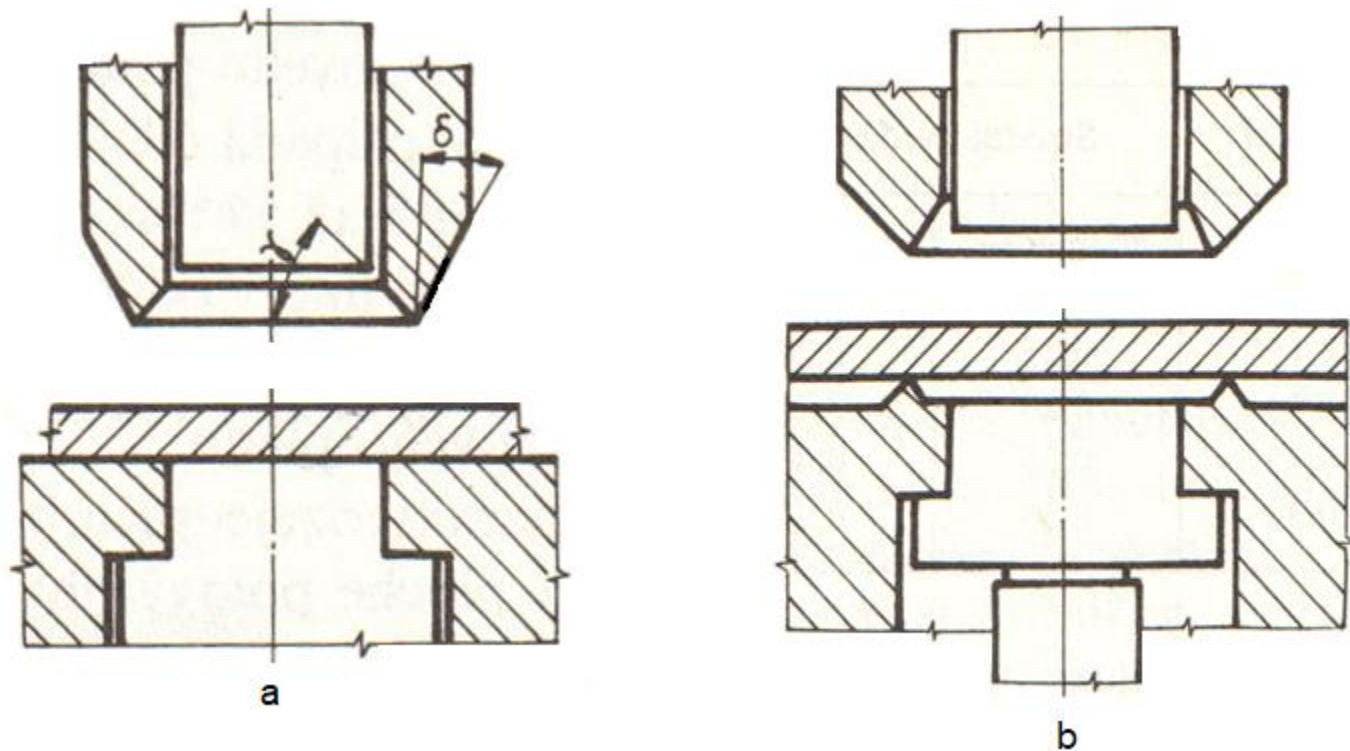


1 – strižník, 2 – pridržiavač, 3 – strižnica, 4 – vyhadzovač, 5 – materiál

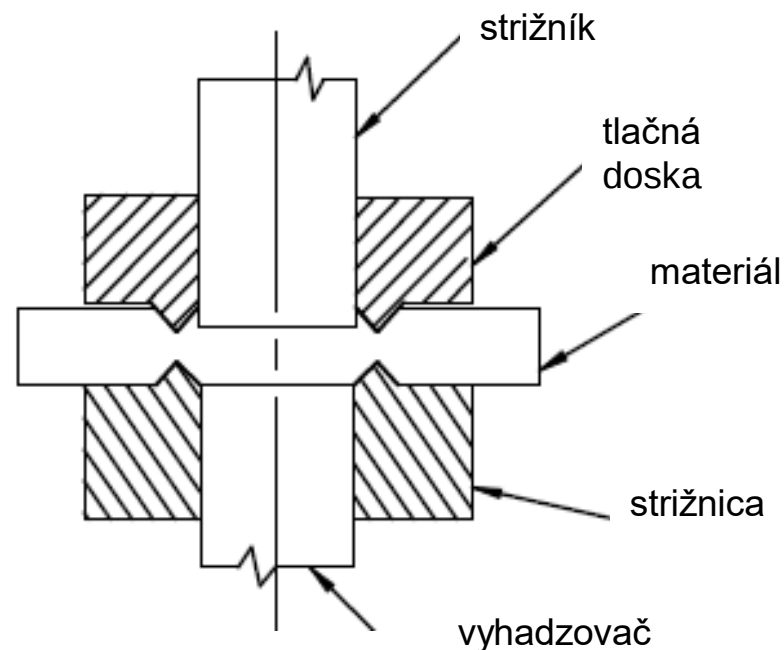
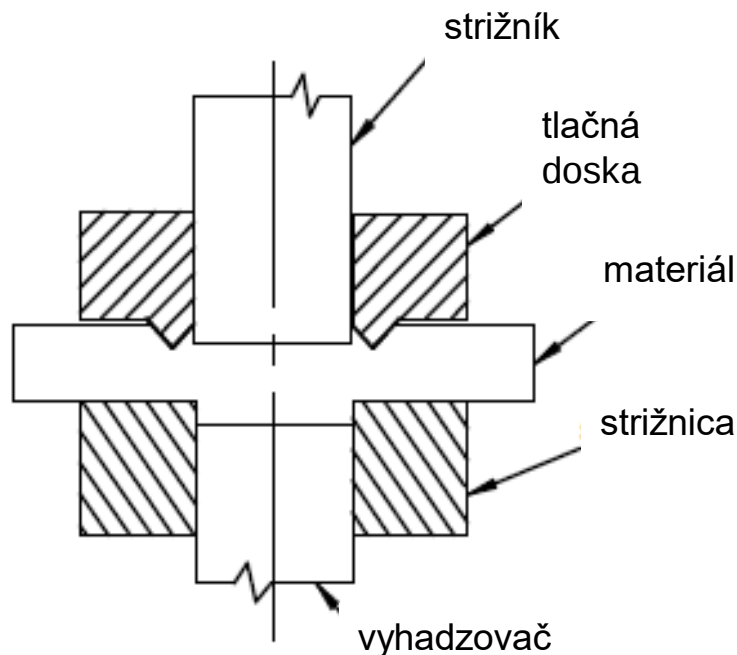
Vrcholový uhol pridržiavača sa volí **178° 30'** a polomer zaoblenia strižnej hrany **$R \leq 0,01 \text{ mm}$** .

Strihanie – presné strihanie

S jednou (a) alebo dvomi (b) tlačnými obvodovými hranami



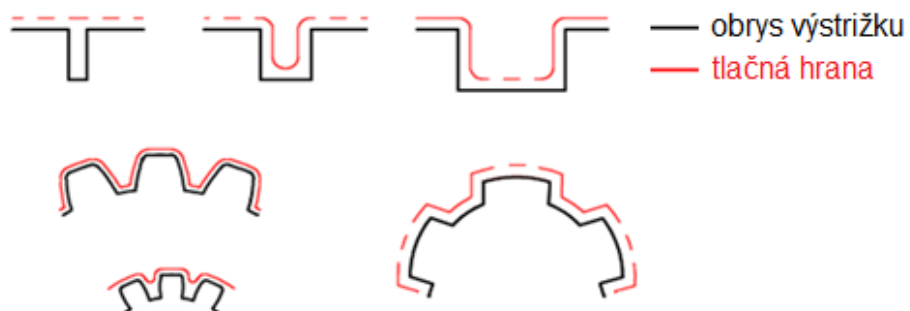
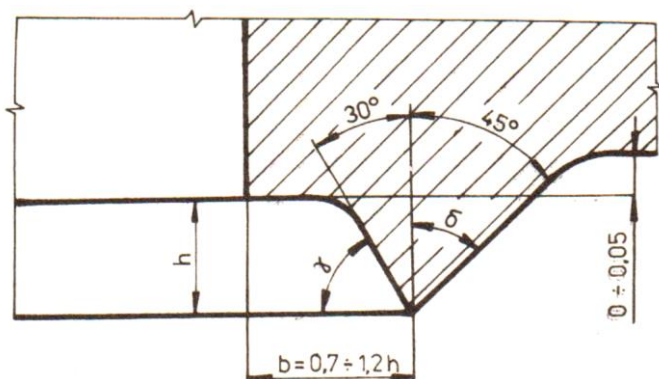
Strihanie – presné strihanie



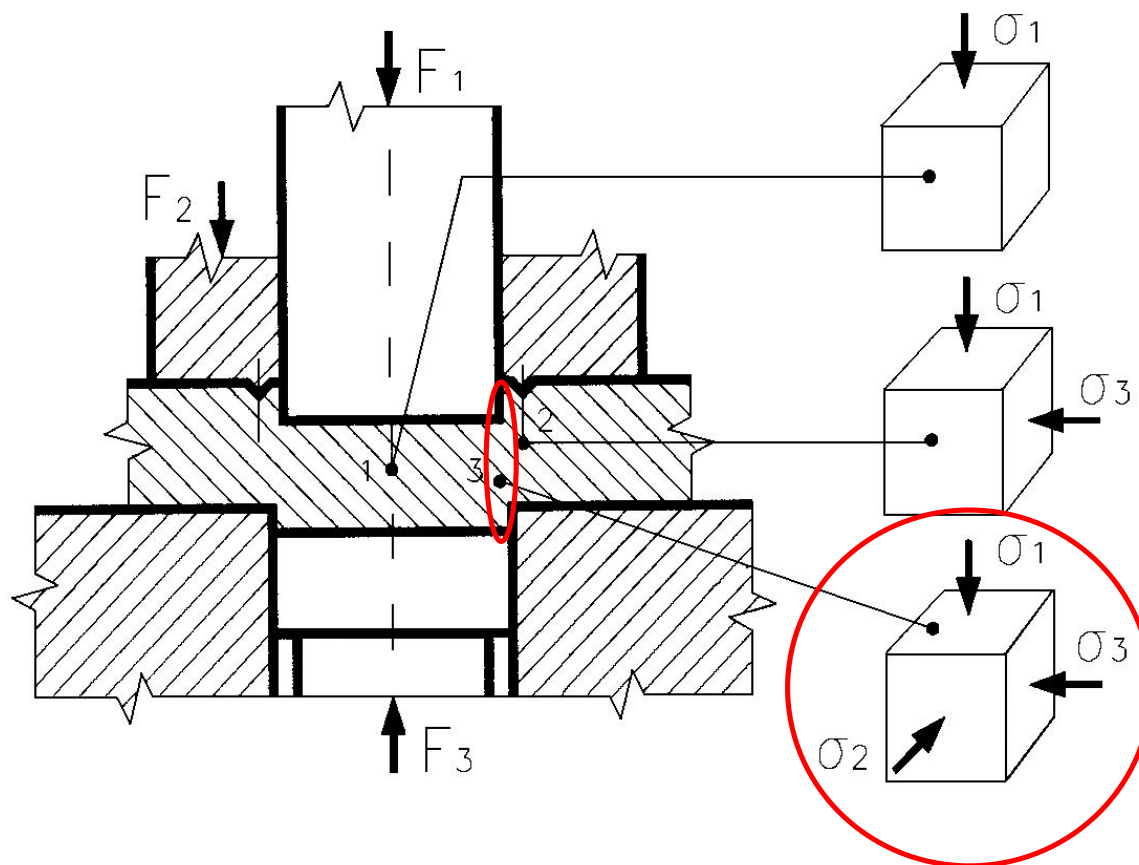
Vhodné materiály pre aplikáciu tejto technológie sú materiály s dobrou tvariteľnosťou za studena. Drsnosť povrchu strižnej plochy sa pohybuje v intervale $R_a = 0,4$ až $1 \mu\text{m}$, výnimočne $R_a = 0,1 \mu\text{m}$. Maximálna dosiahnuteľná presnosť je IT 6. Plechy s hrúbkou od 2,5 do 4 mm je IT 8 až IT 9.

Strihanie – presné strihanie

S jednou (a) alebo dvomi (b) tlačnými obvodovými hranami



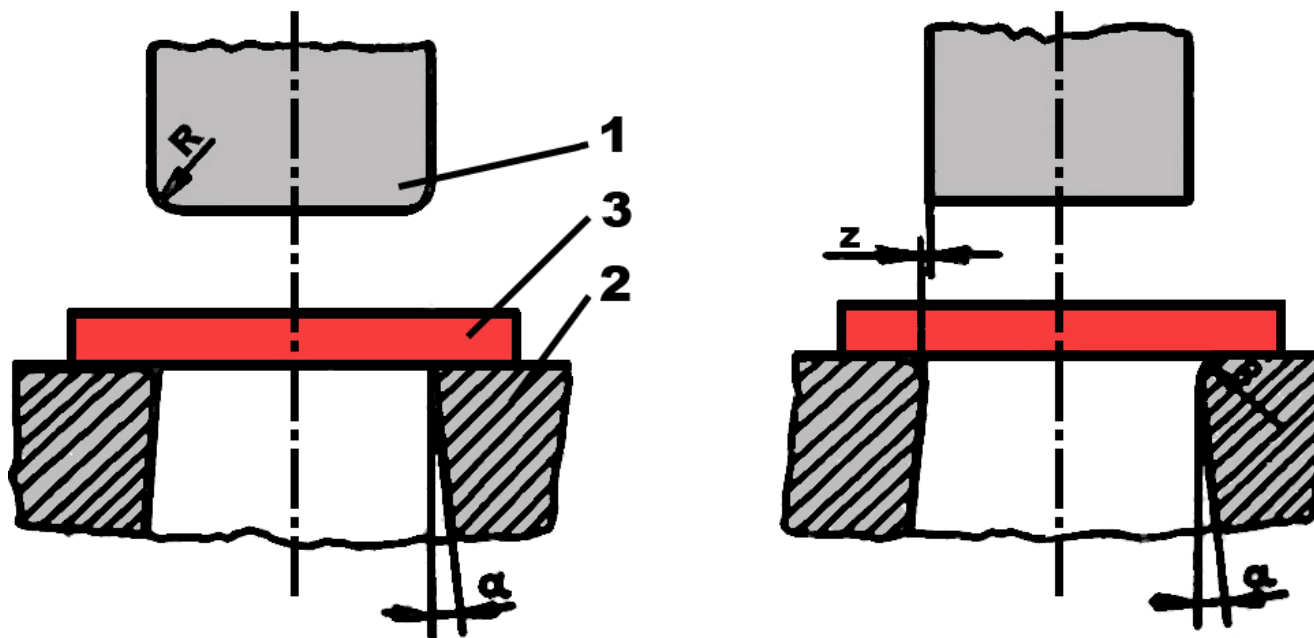
Strihanie – presné strihanie



Princíp – vnesenie trojosovej tlakovej napätosti do strihaného materiálu

Strihanie – presné strihanie

Strihanie so zaoblením strižnice alebo strižníka



- 1 – strižník,
- 2 – polotovár,
- 3 – strižnica,

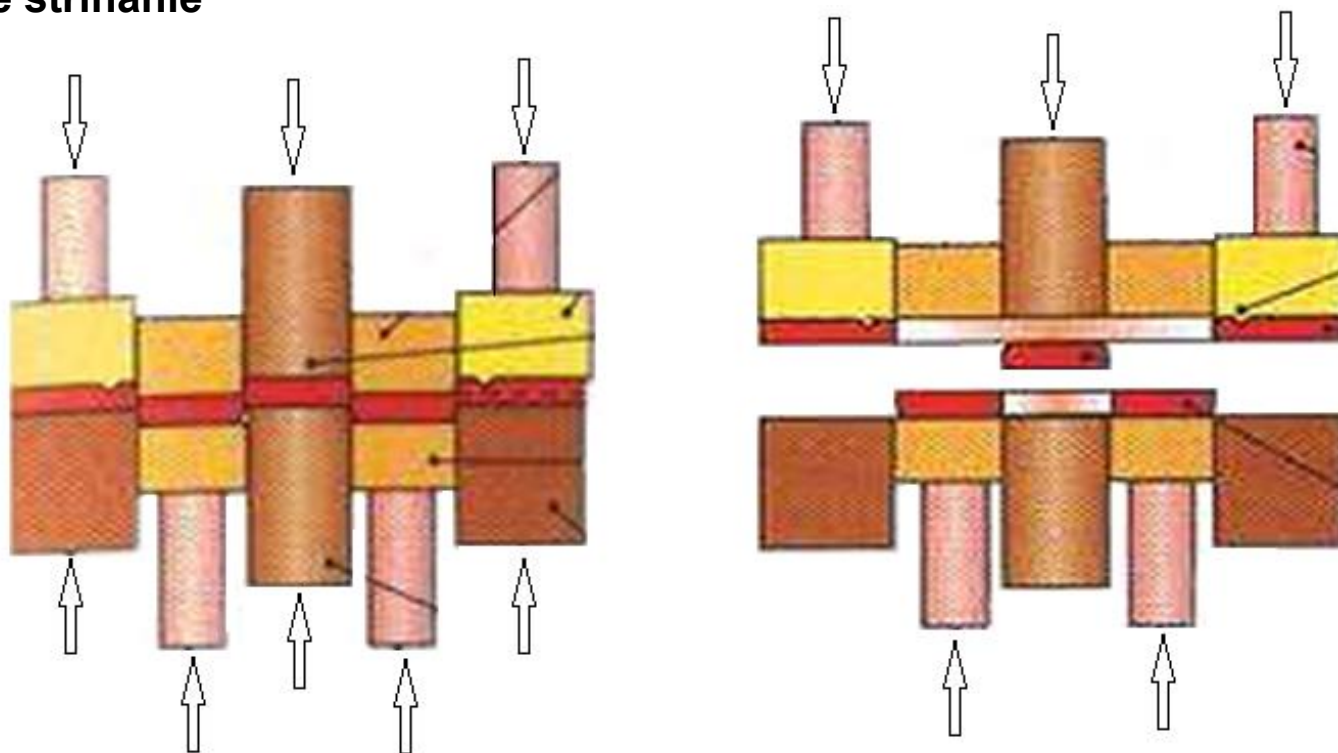
Zaoblenie strižnej hrany strižnice spôsobí lepšiu kvalitu vonkajšieho obrysu výstrižku a zaoblenie strižnej hrany strižníka vnútorného obrysu výstrižku. Strihanie so zaoblenou strižnou hranou je vhodné pre mäkké ocele, mosadz, hliník a jeho zliatiny.

Strižná vôľa je od 0,001 až 0,02 mm.

Presnosť výstrižku sa pohybuje v intervale IT 9 až IT 11 a drsnosť povrchu je $R_a = 0,4$ až $0,8$ ($1,6$) μm .

Strihanie – presné strihanie

Reverzné strihanie

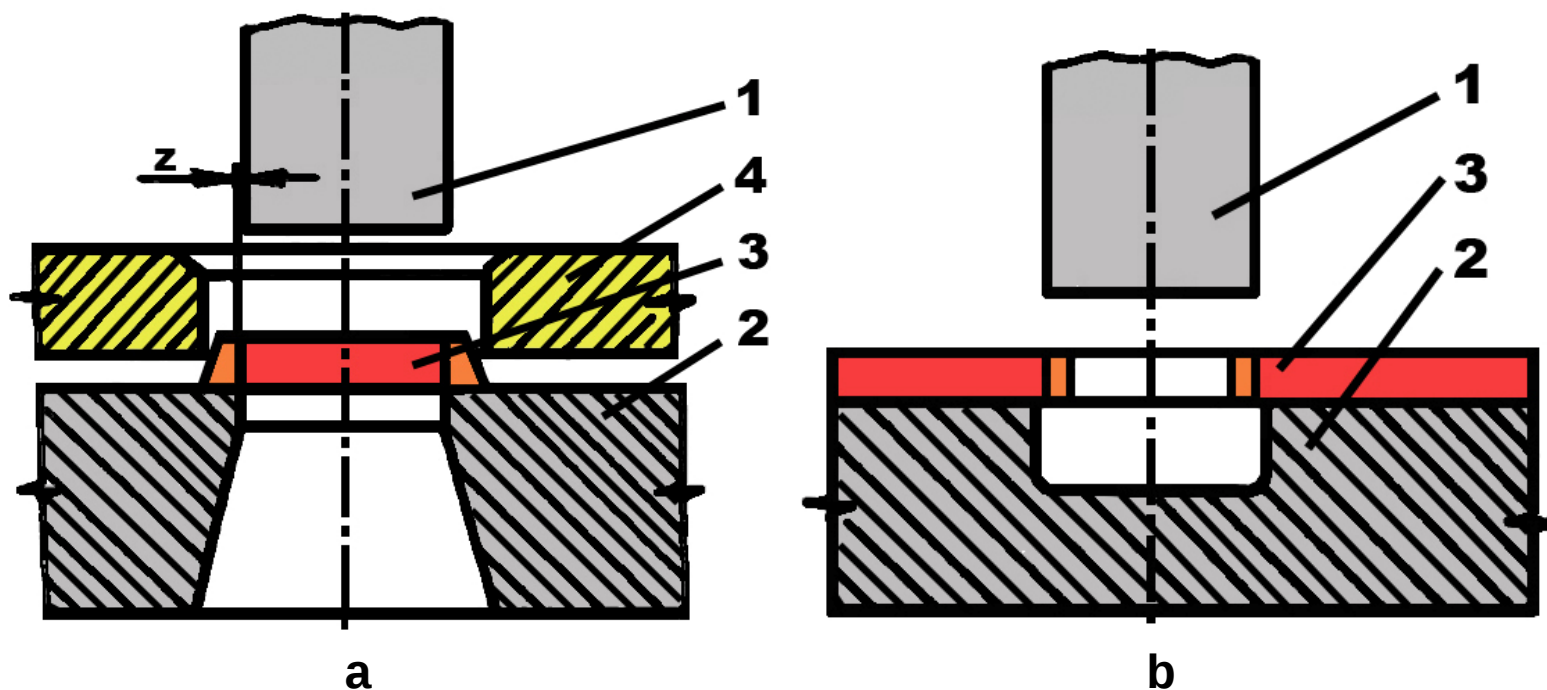


Výstrižky majú charakteristické zaoblenie z oboch strán a sú bez ostrín.

Do hrúbky strihaného materiálu 3,5 mm je možné vystrihovať výstrižky bez použitia obvodových tlačných hrán.

Strihanie – presné strihanie

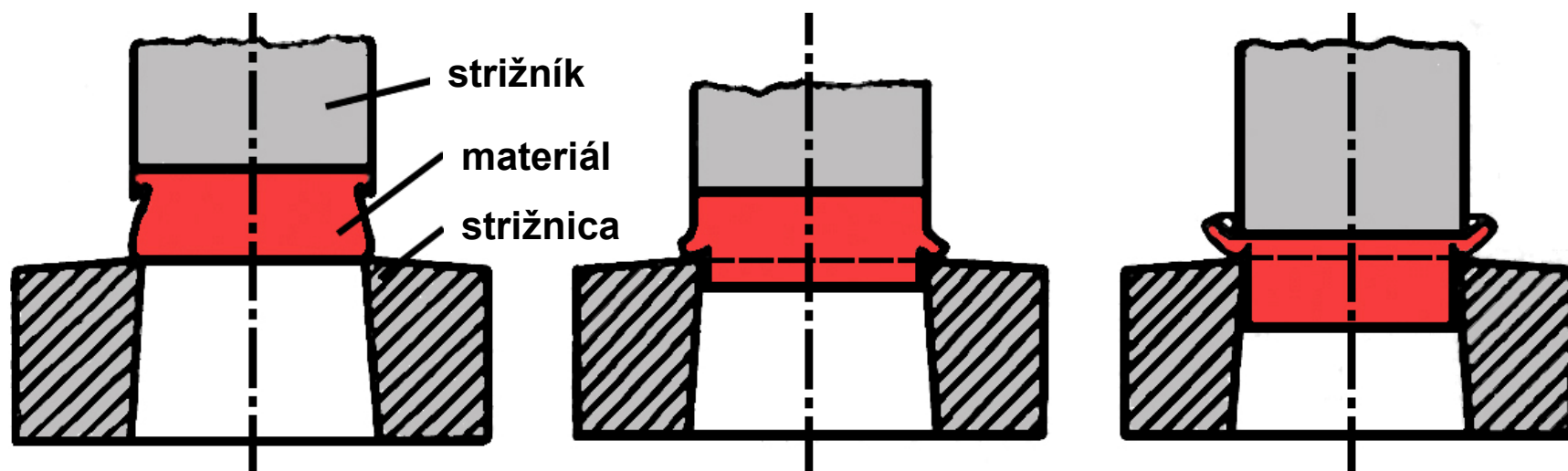
Výroba presných rozmerov pristrihovaním s kladnou vôľou vonkajších (a) a vnútorných plôch (b)



1 – strižník, 2 – strižnica, 3 – materiál, 4 – ustavovacia doska

Strihanie – presné strihanie

Výroba presných rozmerov pristrihovaním o zápornou vôľou



U pristrihovania vonkajšieho otvoru so zápornou vôľou je **rozmer strižníka o 0,1 až (0,2) 0,5 mm väčší ako rozmer strižnice**. Preto nesmie strižník dosadnúť na strižnicu, len sa **priblížiť** na vzdialenosť **maximálne 0,2 až 0,4 mm**.

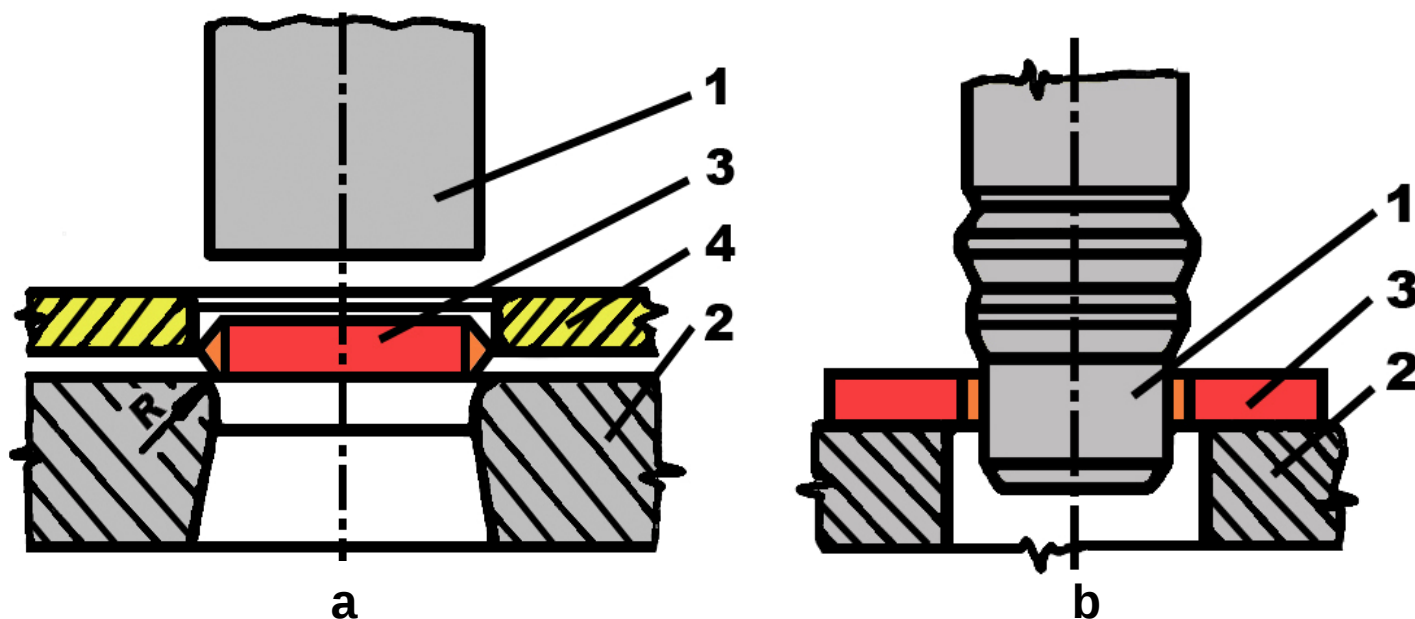
Pre túto metódu sú vhodné tvrdé a polotvrde nelegované ocele.

Na túto metódu je vhodné okrem klasických hydraulických a výstredníkových lisov použiť i špeciálne pristrihovacie lisy s kmitavým pohybom o frekvencii 700 až 1000 kmitov a amplitúde 0,5 až 1,5mm.

Drsnosť povrchu strižnej plochy je v rozsahu $Ra = (0,8 \text{ až } 1,6) \mu\text{m}$.

Strihanie a kalibrovanie

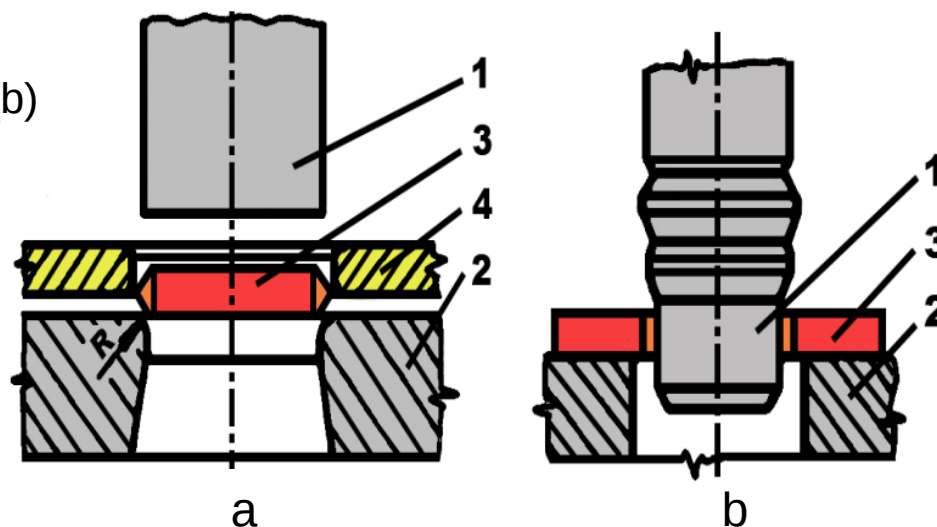
Výroba presných rozmerov kalibrovaním vonkajších (a) a vnútorných plôch (b)



1 – strižník, 2 – strižnica, 3 – materiál, 4 – ustavovacia doska

Strihanie a kalibrovanie

Výroba presných rozmerov
kalibrovaním
vonkajších (a) a vnútorných plôch (b)



Pri kalibrování **vonkajších obrysov** výstrižkov, střižník pretlačí výstrižok cez strižnicu, ktorá má zaoblené hrany.

Prídavky sa pohybujú v intervale 0,15 až 0,40 mm. Polomer zaoblenia strižnice sa používa v rozsahu od 0,5 do 1,5 mm. Odpruženie pri kalibrování je 0,02 až 0,06 % príslušného rozmeru.

Kalibrovanie **otvorov** sa realizuje kalibrovacím trňom, ktorý má jednu alebo viac kalibrovacích plôch o šírke 1 až 3 mm, s nábehom a prebehom skoseným pod uhlom 5°.

Odporučená literatúra

BÍLIK, J. a kol.: Technológia tvárnenia. Návod na cvičenia. STU, Bratislava 2004.

BLAŠČÍK, F. POLÁK, K.: Teória tvárnenia. Alfa, Bratislava 1987.

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

ČADA, R.: Technologie I. vydavateľstvo VUT Brno, 2008. Dostupné na:
<http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/TECH1/Technologie-I.pdf>

ČUPKA, V. Nekonenčné metódy v tvárnení. 1990.

DVOŘÁK, M., GAJDOŠ, F., NOVOTNÝ, K.: Technologie tváření – plošné a objemové tváření, VUT Brno, 2003.

Fineblanking. Dostupné na: <http://www.fineblanking.org/process/howitworks.htm>.

FOREJT, M. Teorie tváření. Brno: CERM, 2004.

FOREJT, M., PÍŠKA, M.: Teorie obrábění, tváření a nástroje. Vydavatelství VUT Brno, CERM. 2006.

GUILDI, A.: Přistřihování a přesné stříhání, SNTL, 1969.

HRIVŇÁK, A. a kol.: Teória tvárnenia a nástroje. Alfa, Bratislava 1992.

HRIVŇÁK, A., EVIN, E., SPIŠÁK, E. Technológia plošného tvárnenia. Bratislava: Alfa, 1985.

HRIVŇÁK, A., PODOLSKÝ, M., DOMAZETOVICH, V. Teória tvárnenia a nástroje. Bratislava: Alfa, 1992.

KALPAKJIAN, S. *Manufacturing Engineering and Technology*. Massachusetts : PE-USR, 2006.

Odporučená literatúra

KOSTKA, P. A kol.: Technológia tvárnenia. Vydavateľstvo STU, Bratislava 1995.

LENFELD, P.: Technologie II. TU Liberec. Dostupné na:
http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/06.htm

MIELNIK, E. M. Metalworking Science and Engineering. College: McGraw-Hill, 1991.

MORAVEC, J. Nekonvenčné technológie tvárnenia kovov. Žilina: EDIS, 2003.

MORAVEC J.: Strihanie technických materiálov, Žilinská univerzita v Žiline, 2000. ISBN 80-7100-705-6.

NOVOTNÝ, K.: Tvářecí nástroje. Vydavatel'stvo VUT Brno, 1992. ISBN 80-214-0401-9.

NOVOTNÝ, J., LANGER.: Stříhání a další způsoby dělení kovových materiálů. SNTL Praha, 1980.

NOVOTNÝ, K., MACHÁČEK Z. Speciální technologie I. – plošné a objemové tváření. Brno. VUT Brno, 1986.

SCHMID, S., KALPAKJIAN, S. Manufacturing, Engineering and Technology. New York: Prentice Hall, 2010.

SCHREK, A., KOSTKA, P., ČINÁK, P. Progresívne technológie tvárnenia. Bratislava: STU Bratislava, 2014.

ŠUGÁR, P., ŠUGÁROVÁ, J. Výrobné technológie – zlievanie, zvaranie, tvárnenie. Banská Bystrica : Dali-BB Banská Bystrica, 2009, ISBN 978-80-89090-587.

VYSKOČIL, O., BARTOŠ, P.: Směrnice pro konstrukci nástrojů pro přesné stříhání, Zbrojovka Brno, n.p., 1977.