

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STROJNÍ**



TECHNOLOGIE TVÁŘENÍ A SLÉVÁNÍ – TEORETICKÝ ZÁKLAD

PLOŠNÉ STŘÍHÁNÍ

prof. Ing. Radek ČADA, CSc.

Ostrava 2013

© prof. Ing. Radek ČADA, CSc.

© Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

ISBN 978-80-248-3015-5



Tento studijní materiál vznikl za finanční podpory Evropského sociálního fondu (ESF) a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu: CZ.1.07/2.2.00/15.0463, MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD

OBSAH

1	PLOŠNÉ STŘÍHÁNÍ	3
1.1	Rozdělení dělení materiálu:	5
1.2	Základní operace plošného střihání	5
1.2.1	Střížná plocha a její kvalita	6
1.2.2	Velikost střížné mezery	6
1.2.3	Střížná plocha, síla a práce	7
1.2.4	Střih skloněnými noži	8
1.2.5	Zařízení ke střihání	9
1.2.6	Střihadla	11
1.2.7	Vystřihování součástí z tenkých plechů gumou	14
1.2.8	Nástřihové plány	15
2	K JAKÝM ZKUŠEBNÍM OTÁZKÁM SE TATO PŘEDNÁŠKA VZTAHUJE:	17
3	DOPLŇUJÍCÍ ZDROJE – KNIHY, INTERNET, ...	18
4	POUŽITÁ LITERATURA	19



1 PLOŠNÉ STŘÍHÁNÍ



STRUČNÝ OBSAH PŘEDNÁŠKY:

Plošné stříhání a jeho základní operace

Střížná plocha a její kvalita

Velikost střížné mezery

Střížná plocha, síla a práce

Střih skloněnými noži

Zařízení ke stříhání (stříhadla, vystřihování součástí z tenkých plechů gumou)

Nástřihové plány



MOTIVACE:

Technologie dělení materiálu se uplatňuje jak v rámci technologické přípravy výroby (dělení hutních polotovarů pro strojírenskou výrobu), tak při vlastní výrobě součástí. Tato kapitola je důležitým teoretickým základem pro zpracování první části třetího písemného úkolu – návrhu technologie stříhání přístřihů pro tažení dutých výtažků z plechu.



CÍL:

Budete umět:

- definovat a vysvětlit pojem stříhání,
- pojmenovat a objasnit oblasti, které vznikají na střížné ploše,
- zvolit vhodnou velikost střížné mezery,
- vypočítat střížnou plochu, maximální střížnou sílu a střížnou práci,
- popsat výhody a nevýhody stříhání skloněnými noži,
- rozdělit stříhadla podle funkce a podle druhu vedení,
- vyložit podstatu vystřihování součástí z tenkých plechů gumou.

Získáte:

- přehled o rozdělení technologií dělení materiálu,



- znalosti o zařízeních ke stříhání,
- informace o složení stříhadel,
- přehled o základních způsobech seskupování výstřížků.

Budete schopni:

- rozebrat základní operace plošného stříhání,
- vysvětlit, na čem závisí tvar a jakost střížné plochy,
- určit, který rozměr střížníku nebo střížnice je určující při vystřihování a při děrování,
- popsat druhy nůžek a lisů používaných ke stříhání,
- zkonstruovat nástřihový plán a vypočítat jeho hospodárnost.

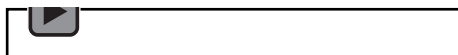


1.1 ROZDĚLENÍ DĚLENÍ MATERIÁLU:

- A) **stříhání** (materiál se odděluje *smyskovým působením dvou břitů*, rozdělení předchází značná deformace – hodí se pro měkké, tvárné materiály menších tloušťek),
- plošné stříhání**,
 - objemové stříhání**,
- B) **lámání** (láme se *ohybem*, rozdělení v žádaném místě se napomáhá *vrubem*, hodí se pro dělení tvrdších, křehčích materiálů o velké tloušťce).



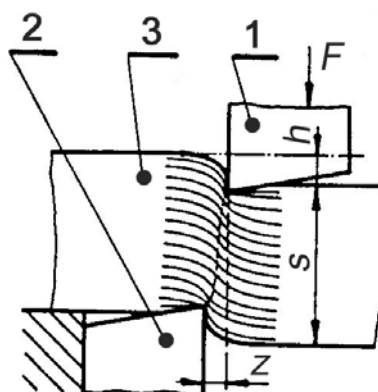
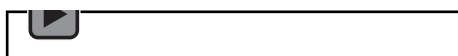
Audio 1.1 Dělení materiálu.



Stříhání – oddělování částic materiálu *smyskovým působením dvojice nástrojů* (nožů, nebo střížníku a střížnice) podél *křivky stříhu* (obr. 4.1).



Audio 1.2 Stříhání



Obr. 4.1 Deformace vláken v místě stříhu

(1 – horní nůž, 2 – spodní nůž, 3 – stříhaný materiál, s – tloušťka stříhaného materiálu, h – hloubka zatlačení horního nože, z – střížná mezera)

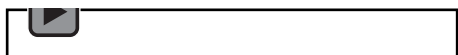
1.2 ZÁKLADNÍ OPERACE PLOŠNÉHO STŘÍHÁNÍ

Základní operace plošného stříhání (obr. 4.4):

- prosté stříhání** – rozdělování materiálu (pásů, tabulí, tyčí), někdy též *přestřihování*,
- děrování** – vytváření otvorů různých tvarů,
- vystřihování** – zhotovení výstřižku oddělením materiálu po uzavřeném obrysu, vystřižená část je výrobek,
- vystřihování zářezů** – oddělování částí v okraji, vystřižená část je odpad,
- přistřihování** – dosažení přesných tvarů, rozměrů nebo hladkých ploch,
- nastřihování** – částečné oddělení materiálu v okraji tak, že není úplně oddělen,
- prostřihování** – částečné oddělení materiálu v libovolném tvaru uvnitř dílce,
- protrhávání** – protržení materiálu pro vytvoření hrotů, otvorů,
- vysekávání** – oddělování materiálu výsečником na podložce,
- ostřihování** – oddělování přebytečného materiálu,
- přesné stříhání** – dosažení přesných tvarů, rozměrů nebo hladkých ploch.



Audio 1.3 Operace plošného stříhání.



1.2.1 Střížná plocha a její kvalita

Tvar a jakost střížné plochy – závisí na vlastnostech materiálu, velikosti střížné mezery, tvaru a geometrii střížných hran, stavu napjatosti a rychlosti stříhání.



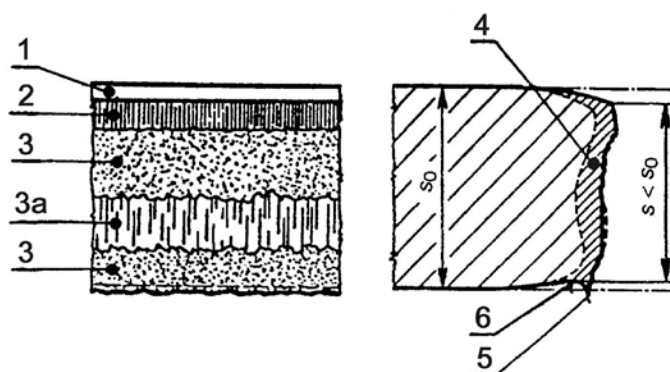
Audio 1.4 Tvar a jakost střížné plochy.



Oblasti na střížné ploše (obr. 4.2):

- zeslabení tloušťky** (vzniká počátečním přechováním materiálu čelem pohyblivého nože – hloubka vniknutí bývá 5 až 8 % tloušťky stříhaného plechu) (obr. 4.1),
- oblast plastického stříhu** (vzniká plastickým zatlačením bříty nože do materiálu, je nejhladší a nejpřesnější, její velikost bývá 10 až 40 % tloušťky plechu – podle tvárnosti materiálu),
- oblast lomu** (horní část této oblasti je prohloubena, spodní část vystupuje – *čára lomu* má tvar písmene S. Prohloubení je tím větší, čím menší je střížná vůle. Při velké střížné vůli je tato část střížné plochy zkosená),
- oblast otěru** (vzniká při vystřihování ve stříhadlech v důsledku tření při protlačení výstřížku střížníkem přes střížnici),
- otřep** (naspodu střížné plochy – je tím větší, čím větší je otupení spodního nože a čím je materiál tvárnější),
- vtisk spodního nože** (čím větší je úhel čela spodního nože, tím spíše dojde k jeho zatlačení do stříhaného materiálu).

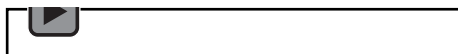
Zpevněná oblast – dosahuje u měkkých ocelových plechů 20 až 30 % tloušťky plechu, zvětšuje se s ubývajícím tvárností materiálu a otupením břitů.



Obr. 4.2 Oblasti na střížné ploše (1 – zeslabení tloušťky, 2 – oblast plastického stříhu, 3 – oblast lomu, 3a – oblast otěru, 4 – zpevněná oblast, 5 – otřep, 6 – vtisk spodního nože)



Audio 1.5 Oblasti na střížné ploše.

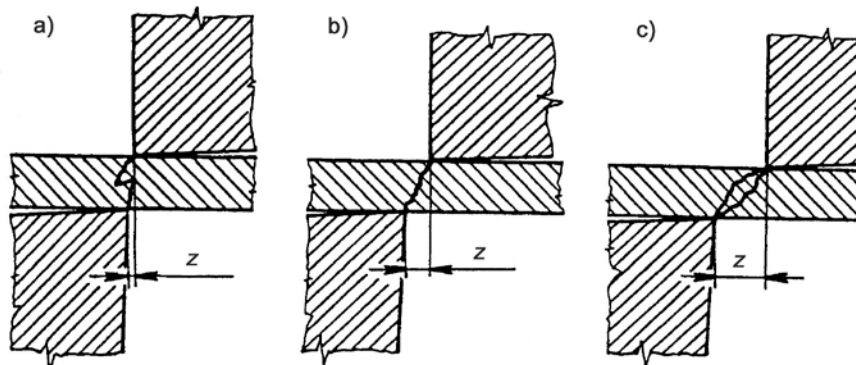


1.2.2 Velikost střížné mezery

- ovlivňuje jakost střížné plochy, velikost střížné síly a trvanlivost nástroje (obr. 4.3),
- správně zvolená velikost střížné mezery zaručuje*, že trhliny, které při stříhání vznikají, se setkají (*správné usmyknutí stříhané plochy*),
- optimální velikost střížné mezery* je taková, při které se dosáhne kvalitní střížná plocha při nejmenší střížné síle,



- velikost střížné mezery závisí na druhu a tloušťce stříhaného materiálu, pohybuje se v rozmezí $3 \div 20 \%$ tloušťky plechu (čím tlustší a měkčí materiály se stříhají, tím menší vůle se volí),
- nové nástroje se zhotovují s nejmenší dovolenou střížnou mezerou (s ohledem na budoucí opotřebení),
- střížná mezera je rovna polovině střížné vůle.



Obr. 4.3 Vliv střížné mezery z na kvalitu střížné plochy (a – malá střížná mezera, b – optimální střížná mezera, c – velká střížná mezera)

Velikost střížné mezery:

a) pro tenké plechy o tloušťce do 3 mm:

$$z = c \cdot s \cdot \sqrt{0,1 \cdot R_{ms}} \quad (\text{mm}) \quad (4.1)$$

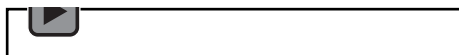
b) pro tlusté plechy o tloušťce nad 3 mm (do 10 až 12 mm):

$$z = (1,5 \cdot c \cdot s - 0,015) \cdot \sqrt{0,1 \cdot R_{ms}} \quad (\text{mm}) \quad (4.2)$$

kde jsou c – koeficient závislý na druhu stříhání (volí se v rozmezí $0,005 \div 0,035$), $c = 0,005$ pro dosažení kvalitního povrchu střížné plochy, $c = 0,035$ pro dosažení minimální střížné síly, R_{ms} – pevnost materiálu ve stříhu (MPa), s – tloušťka plechu (mm).



Audio 1.6 Velikost střížné mezery.

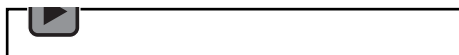


Rozměry střížníků a střížnic:

- při vystřihování** (výrobkem je výstřížek) – rozměr výstřížku odpovídá rozměru střížnice, rozměr střížníku je menší o střížnou vůli,
- při děrování** (výrobkem je okolí otvoru) – rozměr otvoru odpovídá rozměru střížníku, rozměr střížnice je větší o střížnou vůli.



Audio 1.7 Rozměry střížníků a střížnic.



1.2.3 Střížná plocha, síla a práce

Střížná plocha:

$$S = L \cdot s \quad (\text{mm}^2) \quad (4.3)$$

kde jsou L – délka stříhu (mm), s – tloušťka stříhaného plechu (mm).

Maximální střížná síla:

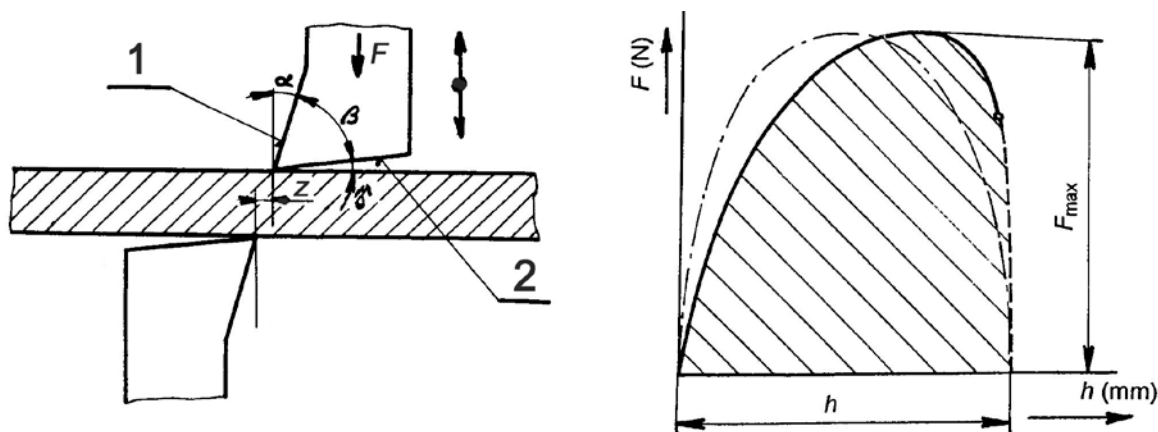
$$F_{\max} = S \cdot R_{ms} \cdot k \quad (\text{N}) \quad (4.4)$$



kde jsou k – součinitel, zahrnující vlivy zvyšující střížnou sílu (otupení řezných hran, vliv seřízení nástroje, zvětšení mezery mezi noži opotřebováním) Bývá v rozmezí 1,25 až 1,50.

Střížná síla je označena jako **maximální**, protože se v průběhu stříhání mění a jde o nejvyšší hodnotu této síly v průběhu celého procesu.

Průběh střížné síly (pracovní diagram) při stříhu rovnoběžnými noži je na obr. 4.4. Plnou čarou je znázorněn skutečný průběh střížné síly, čerchovanou čarou je znázorněno nahrazení elipsou.



Obr. 4.4 Průběh střížné síly (pracovní diagram) při stříhu rovnoběžnými noži (1 – hřbet nože, 2 – čelo nože, z – střížná mezera, s – tloušťka stříhaného materiálu, h – hloubka vniknutí pohyblivé střížné hrany do materiálu, F – střížná síla při stříhu rovnoběžnými noži, $F_{\max}$ – maximální střížná síla)

Pevnost ve stříhu (přibližný výpočet):

$$R_{ms} = (0,75 \div 0,85) \cdot R_m \quad (\text{MPa}) \quad (4.5)$$

U stříhadel: $F_{\max}$ je třeba zvětšit o sílu potřebnou k *protlačení výstřížku přes střížnici*, tj. o 3 až 12 %.

Střížná práce: závislost střížné síly na dráze střížníku lze přibližně nahradit *polovinou elipsy* s poloosami $F_{\max}$ a $h/2$, jejíž plocha odpovídá střížné práci:

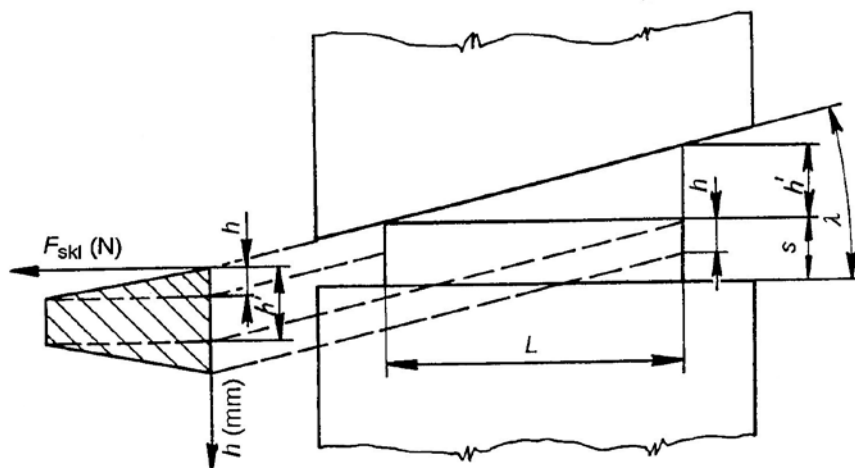
$$A = \frac{\pi}{2} \cdot F_{\max} \cdot \frac{h}{2} \quad (\text{J}) \quad (4.6)$$

kde je h – hloubka vniknutí pohyblivé střížné hrany do materiálu do okamžiku porušení (plastický stříh) (m).

1.2.4 Stříh skloněnými noži

- plech není stříhán v celé šířce najednou, ale *postupně* (zmenšení střížné síly a rázů) (obr. 4.5),
- *pracovní zdvih*, potřebný k ustřížení plechu, je v porovnání s rovnoběžnými noži *větší* a je přímo úměrný úhlu sklonu horního nože λ ,
- *úhel sklonu horního nože* $\lambda = 1$ až 5° , aby byla zaručena podmínka samosvornosti a stříhaný materiál před nožem neujížděl (*u tabulových nůžek* – $\lambda = 1^\circ 30'$, pak deformace stříhaného plechu je *pouze pružná* – to však platí pouze u tenkých plechů),
- **nevýhoda** – odstříhovaná část plechu se *ohýbá* (nevadí, pokud je odpadem).





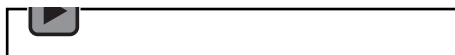
Obr. 4.5 Průběh střížné síly (pracovní diagram) při stříhu skloněnými noži (L – délka stříhu, s – tloušťka stříhaného materiálu, λ – úhel sklonu nože, h – hloubka vniknutí pohyblivé střížné hrany do materiálu, F_{skl} – střížná síla při stříhu skloněnými noži)

1.2.5 Zařízení ke stříhání

Rozdělení:

- nůžky** (vesměs k přestřihování materiálu),
- lisy se střížným nástrojem** (vesměs k vystřihování a děrování).

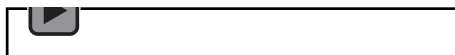
Audio 1.8 Zařízení ke stříhání.



Druhy nůžek:

- pákové nůžky** (stříh postupný, ústřížek je horním nožem postupně ohýbán) (obr. 4.6),
- vibrační nůžky** (též **kmitací**, pro tenké plechy, horní nůž kmitá 10 až 35 Hz a provádí stříhy délky 3 až 10 mm, lze stříhat zakřivené tvary) (obr. 4.7),
- tabulové nůžky**,
 - s rovnoběžnými noži,
 - se skloněnými noži,
- kotoučové nůžky** (jednokotoučové nůžky, dvoukotoučové nůžky – pásové nůžky, okružní nůžky, křivkové nůžky) (obr. 4.8),
- nůžky na profily** (k dělení tyčí a profilů),
- letmé nůžky** (pro dělení vývalků v hutích, tj. plechu, drátu).

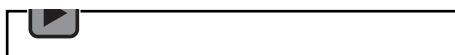
Audio 1.9 Druhy nůžek.

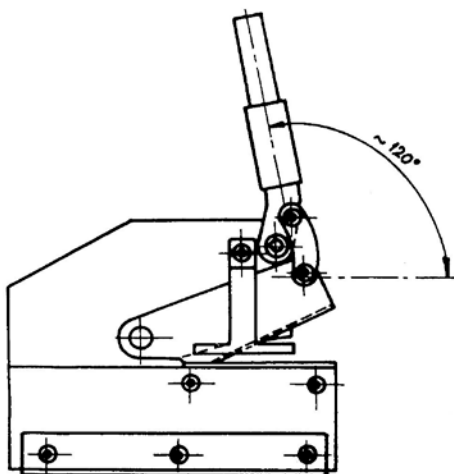


Lisy, používané ke stříhání:

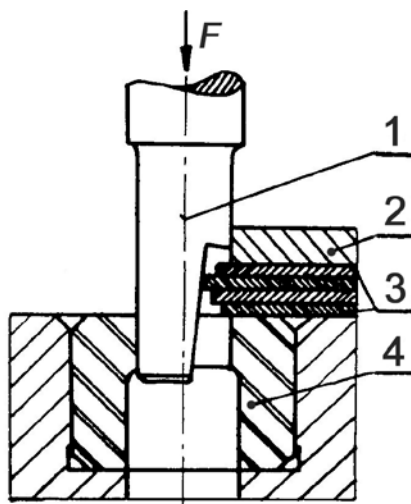
- mechanické lisy**,
 - výstředníkové lisy** (LE, jednostranné, dvoustrostranné),
 - klikové lisy** (univerzální – LU, ostřihovací – LO, vysekávací),
 - vysekávací automaty** (v hromadné výrobě, 50 až 450 ks/min),
- hydraulické lisy**.

Audio 1.10 Lisy.

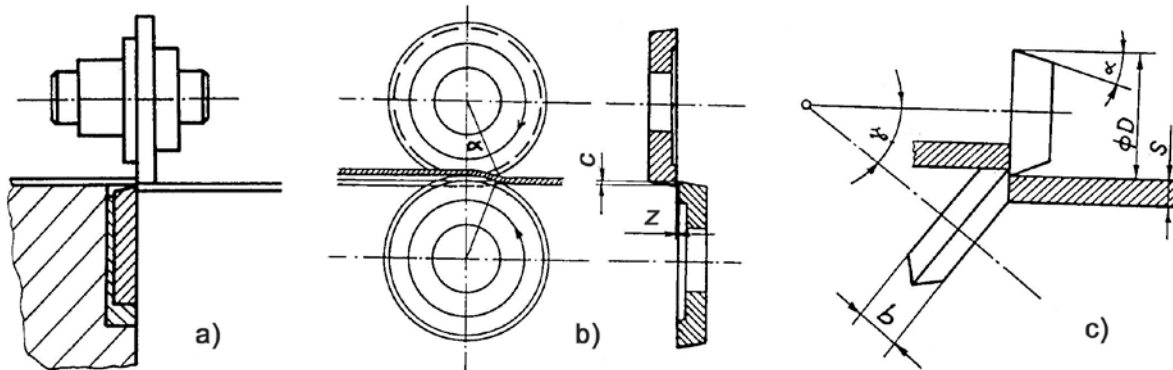


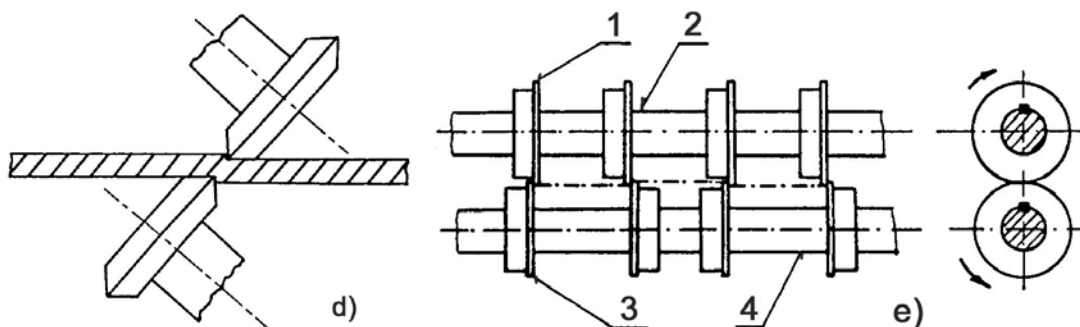


Obr. 4.6 Pákové nůžky



Obr. 4.7 Vibrační nůžky (1 – střižník, 2 – přidržovač, 3 – stříhaný materiál, 4 – střižnice)





Obr. 4.8 Kotoučové nůžky (a – jednokotoučové nůžky, b – okružní nůžky s rovnoběžnými osami, c – okružní nůžky s jedním skloněným nožem, d – křivkové nůžky, e – pásové nůžky)

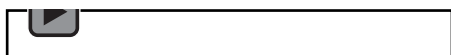
1.2.6 Stříhadla

- *tvar břitu tvoří ve většině případů uzavřená křivka.*

Složení stříhadel:

- část pohyblivá* (upnutá pomocí stopky do beranu lisu – **střížník**),
- část pevná* (upnutá na stole lisu – **střížnice**).

Audio 1.11 Stříhadla.



Rozdělení stříhadel podle funkce:

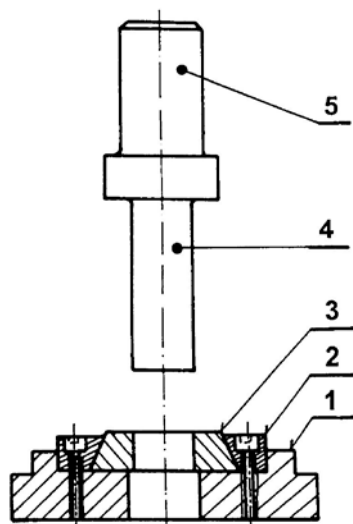
- jednoduchá* (jedna operace na jednom výstřižku na jeden zdvih),
- vícenásobná* (na jeden zdvih větší počet stejných výstřižků),
- postupová* (několik operací na více zdvihů, mezi nimiž se výlisek podává na různá pracovní místa nástroje, z poslední operace vychází při každém zdvihu hotový výrobek),
- sloučená* (na jeden zdvih se vyrobí dvě nebo více rozdílných součástí),
- sdužená* (na jeden zdvih se provedou na výstřižku různorodé operace – např. stříhání a ohýbání nebo tažení).

Rozdělení stříhadel podle druhu vedení:

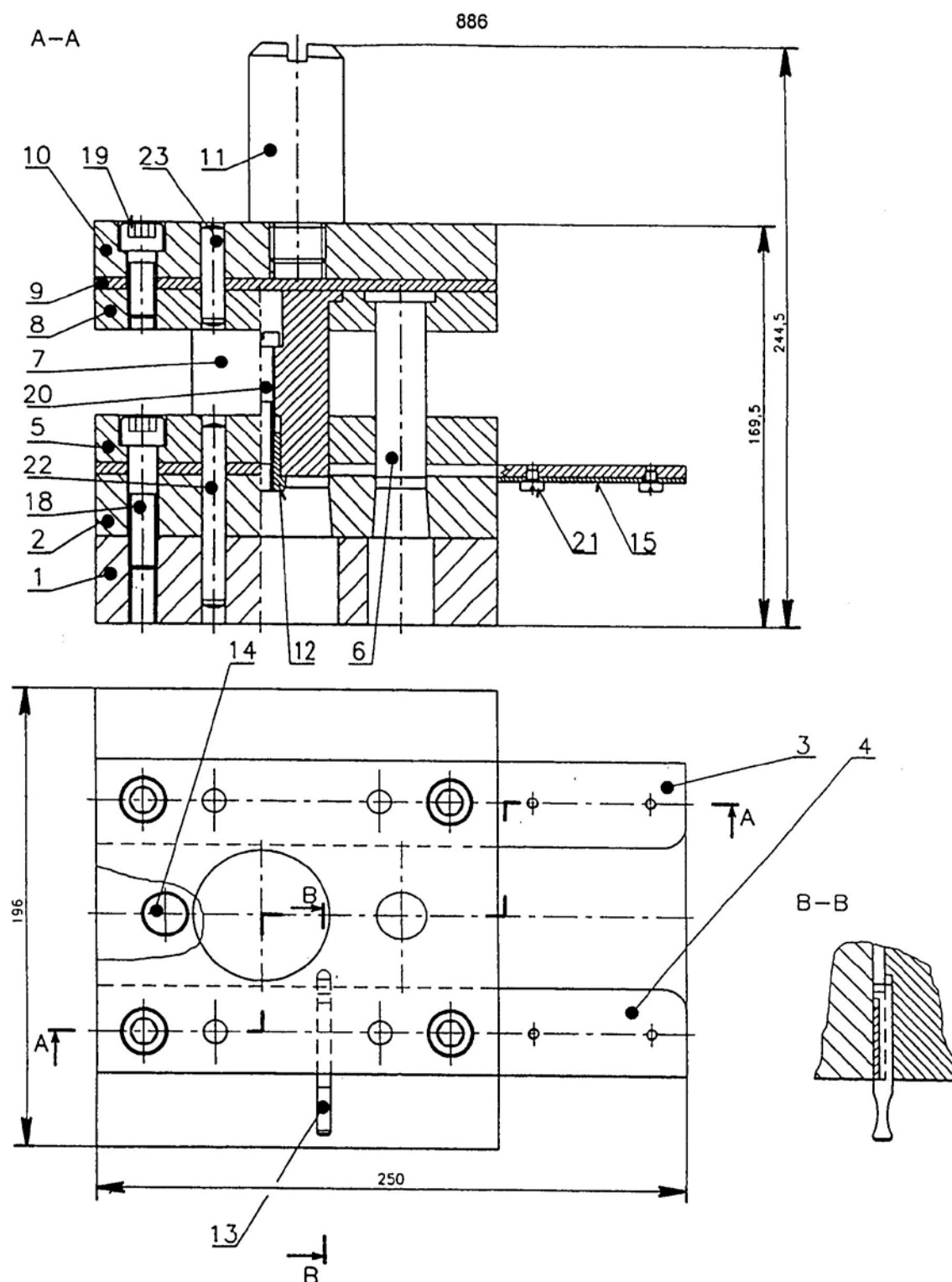
- otevřené* (bez vedení) (obr. 4.9),
- s vodicí deskou* (obr. 4.10),
- s vodicími sloupky* (obr. 4.11),
- se sduženými vedeními*.

Použití vedení – eliminuje vůli beranu lisu, zvyšuje přesnost stříhání, zvyšuje životnost nástroje.



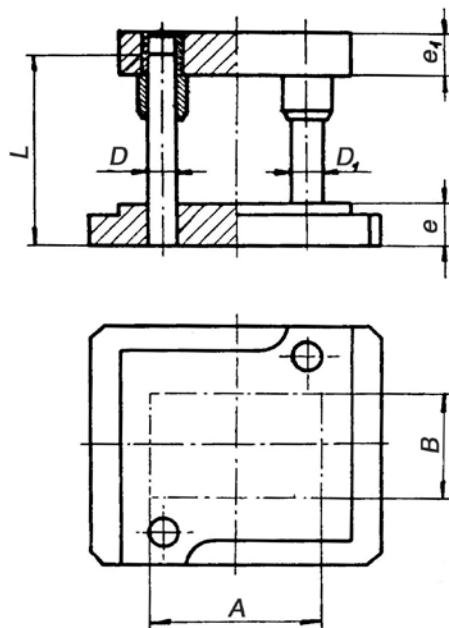


Obr. 4.9 Otevřené stříhadlo (1 – základová deska, 2 – upínací kroužek, 3 – střížnice, 4 – střížník, 5 – upínací stopka)



Obr. 4.10 Postupové stříhadlo s vodící deskou (1 – základová deska, 2 – střížnice, 3 – vodící lišta, 4 – vodící lišta, 5 – vodící deska, 6 – střížník, 7 – střížník, 8 – upínací deska, 9 – opěrná vložka, 10 – upínací hlavice, 11 – stopka, 12 – hledáček, 13 – načínací doraz, 14 – pevný doraz, 15 – opěrný plech, 18 – spojovací šroub vodící desky, 19 – spojovací šroub upínací hlavice, 20 – šroub hledáčku, 21 – spojovací šroub vodící lišty, 22 – montážní kolík střížnice, 23 – montážní kolík upínací hlavice)



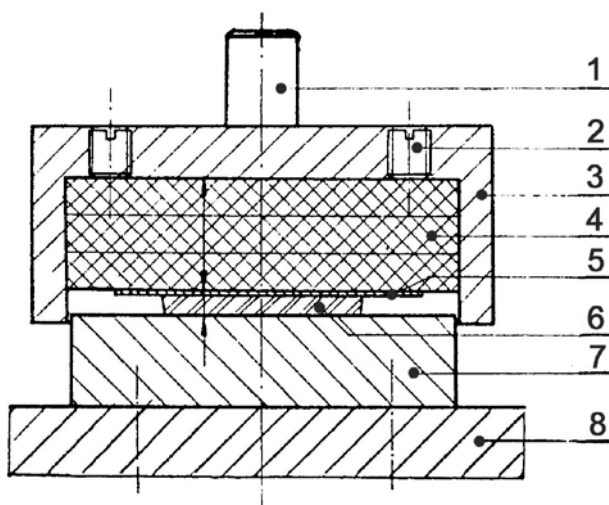


Obr. 4.11 Vodicí stojánek se dvěma vodicími sloupky

Stříhadla se montují do **vodicích stojánků**, které mají zpravidla dva nebo čtyři vodicí sloupky, a to buď s kluzným vedením, nebo kuličkovým. Vodicí stojánky eliminují chyby vedení beranu stroje a zabezpečují správnou polohu střížníku a střížnice během stříhání. **Střížná mezera** je pak po celém obvodu střížné hrany stejná, takže vznikají výstřížky s potřebnou přesností.

1.2.7 Vystříhování součástí z tenkých plechů gumou

- jedno pracovní ústrojí (zpravidla střížnici) tvoří **gumový polštář** složený zpravidla z několika gumových desek (je uložen v pouzdru, které se při práci nasouvá na tzv. ponornou desku) (obr. 4.12),
- lze stříhat plechy do tlouštěk: hliník 2 mm, dural 1,5 mm, měkká ocel 1 mm,
- tloušťka *střížné desky (šablony)* má být alespoň 4x větší než tloušťka stříhaného materiálu,
- *aby došlo k ustřížení*, musí materiál přesahovat střížnou desku o délku rovnou 3 až 3,5 násobku její výšky,
- vhodné pro kusovou a malosériovou výrobu.



Obr. 4.12 Stříhadlo k vystřihování gumou (1 – stopka, 2 – zátka, 3 – skříň, 4 – gumová vložka, 5 – materiál, 6 – střížná deska (šablona), 7 – ponorná deska, 8 – základová deska)

1.2.8 Nástřihové plány

- **Nástřihový plán** je způsob rozmístění stříhaných součástí na výchozím polotovaru, tj. tabuli nebo pásu plechu (obr. 4.13),
- jeho účelem je především *maximální využití materiálu, snadná manipulace při vystřihování* (krátký krok, vystřížení více součástí najednou apod.), *splnění jiných technologických požadavků* (přesnost, vhodný směr vláken apod.).

Audio 1.12 Nástřihový plán.



Nástřihový plán lze řešit:

- početní metodou** – pro návrh nástřihových plánů *výstřižků jednoduchého, například kruhového tvaru* (lze stanovit buď největší možný počet výstřižků z daného polotovaru nebo vhodný formát výchozího materiálu pro daný počet výstřižků),
- empiricky** – při návrhu hospodárného nástřihového plánu *složitých tvarových součástí* (např. s využitím papírových šablon budoucích výstřižků).

Zásady při konstrukci nástřihového plánu:

- kruhový obrys výstřižku není vhodný (vhodnější jsou rovnoběžníkové tvary),
- seskupování výstřižků* (varianta *s přepážkou* a varianta *bez přepážky*),
- zvýšení využití materiálu lze docílit stříháním různých součástí na jeden zdvih,
- u větších sérií je výhodné využívat *více střížníků stejného tvaru* (vystřížení více stejných výstřižků na jeden zdvih beranu lisu).

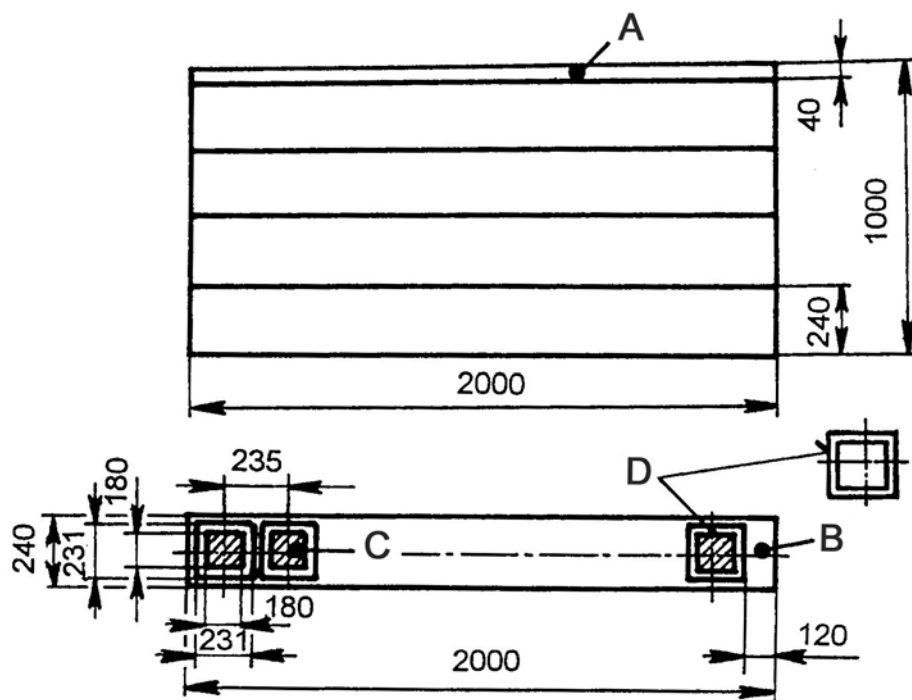
Přepážka – *mezi výstřižky*, její šířka závisí na tloušťce plechu, tvaru výstřižku, na druhu materiálu, způsobu podávání apod.

Boční odpad – *u okrajů pásu nebo tabule plechu*

Vynechání přepážek a bočního odpadu – u tzv. *otevřeného stříhu* (obvod součásti je vytvořen více stříhy, dobrý výsledek závisí na přesnosti stříhadla a podávání, vzniknou úspory materiálu).

U nástřihových plánů lze rozlišit **využitelný a nevyužitelný odpad**. Využitelný odpad je ten, který lze použít pro výrobu jiných výstřižků nebo součástí.





Obr. 4.13 Nástřihový plán (A, B – nevyužitelný odpad, C – využitelný odpad, D – výstřížek)

Hospodárnost nástřihového plánu:

Vyjadřuje se *součinitelem využití materiálu* η , tj. poměrem plochy rozmístěných výstřížků S_v k ploše polotovaru S_p :

$$\eta = \frac{S_v}{S_p} \cdot 100 \quad (\%) \quad (4.7)$$

U **plechových pásů** není známa plocha celého polotovaru, protože není známa přesná délka pásu. Z tohoto důvodu se výpočet *součinitele využití materiálu* provádí na **opakujícím se úseku pásu**. **Hospodárnost nástřihového plánu** by měla být u tabulí i u pásů plechu tím vyšší, čím je větší sériovost výroby.



Audio 1.13 Hospodárnost.



2 K JAKÝM ZKUŠEBNÍM OTÁZKÁM SE TATO PŘEDNÁŠKA VZTAHUJE:

1. Uveďte rozdělení technologií dělení materiálu. Co se rozumí stříháním? Jaké jsou základní operace plošného stříhání?
2. Na čem závisí tvar a jakost střížné plochy? Které oblasti lze rozlišit na střížné ploše? Jaké jsou příčiny vzniku jednotlivých oblastí?
3. Na co má vliv velikost střížné mezery? Jaký je rozdíl mezi střížnou mezerou a střížnou vůlí?
4. Při vystřihování, kdy je výrobkem výstřížek, odpovídá rozměr výstřížku rozměru střížnice, nebo střížníku?
5. Jak se vypočte střížná plocha, maximální střížná síla a střížná práce?
6. Vysvětlete výhody stříhání skloněnými noži. Jaké jsou nevýhody této technologie?
7. Jak se dají rozdělit zařízení ke stříhání?
8. Jaké znáte druhy nůžek? Jaké lisy se používají ke stříhání?
9. Co je to stříhadlo? Z jakých částí se stříhadlo skládá? Jak lze stříhadla rozdělit podle funkce? Jak lze rozdělit podle způsobu vedení?
10. Za jakých podmínek lze použít technologii vystřihování součástí gumou? Popište tuto technologii.
11. Co je to nástřihový plán? Jakými způsoby se nástřihový plán konstruuje? Jak lze stanovit hospodárnost nástřihového plánu?
12. Co jsou u technologie stříhání přepážky? Co je boční odpad? Co je u technologie stříhání využitelný odpad? Co je nevyužitelný odpad?



3 DOPLŇUJÍCÍ ZDROJE – KNIHY, INTERNET, ...

- [1] BŘEZINA, R. *Technologie I – část 1: skriptum*. 1. vyd. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 1998. 80 s. ISBN 80-7078-439-3.
- [2] ČADA, R. *Technologie I – část tváření a slévání: návody do cvičení: skriptum*. 1. vyd. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 1998. 188 s. ISBN 80-7078-540-3.
- [3] PETRŽELA, Z. *Základy teorie a technologie strojírenského tváření: skriptum*. 1. vyd. Ostrava: VŠB v Ostravě, 1980. 378 s. (bez ISBN).
- [4] PETRŽELA, Z., KUČERA, J. a BŘEZINA, R. *Technologie slévání, tváření a svařování: skriptum*. 2. vyd. Ostrava: VŠB v Ostravě, 1987. 329 s. (bez ISBN).
- [5] ČABELKA, J. a kol. *Mechanická technológia*. 1. vyd. Bratislava: Vydavateľstvo SAV, 1967. 1036 s. (bez ISBN).
- [6] BŘEZINA, R. a ČADA, R. *Speciální technologie – technologie tváření: skriptum*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská v Ostravě, 1992. 257 s. ISBN 80-7078-122-X.
- [7] NOVOTNÝ, K. a MACHÁČEK, Z. *Speciální technologie I: Plošné a objemové tváření: skriptum*. 2. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 1992. 171 s. ISBN 80-214-0404-3.



4 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] BŘEZINA, R. *Technologie I – část 1: skriptum*. 1. vyd. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 1998. 80 s. ISBN 80-7078-439-3.
- [2] ČADA, R. *Technologie I – část tváření a slévání: návody do cvičení: skriptum*. 1. vyd. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 1998. 188 s. ISBN 80-7078-540-3.
- [3] PETRŽELA, Z. *Základy teorie a technologie strojírenského tváření: skriptum*. 1. vyd. Ostrava: VŠB v Ostravě, 1980. 378 s. (bez ISBN).
- [4] PETRŽELA, Z., KUČERA, J. a BŘEZINA, R. *Technologie slévání, tváření a svařování: skriptum*. 2. vyd. Ostrava: VŠB v Ostravě, 1987. 329 s. (bez ISBN).
- [5] ČABELKA, J. a kol. *Mechanická technológia*. 1. vyd. Bratislava: Vydavateľstvo SAV, 1967. 1036 s. (bez ISBN).
- [6] BŘEZINA, R. a ČADA, R. *Speciální technologie – technologie tváření: skriptum*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská v Ostravě, 1992. 257 s. ISBN 80-7078-122-X.

