

---

# Konštrukcia strižného nástroja pre pristrihovanie činných plôch

---

**Borislav Melo, Ing. PhD.\***

Viena International, spol. s r. o.  
Kráčiny 2, 036 01 Martin.  
E-mail: melo@viena.sk

**Robert Dostál, Ing.**

Viena International, spol. s r. o.  
Kráčiny 2, 036 01 Martin.  
E-mail: dostal@viena.sk

## Construction of a cutting tool for cutting active surfaces

**Abstract:** Cutting technology is one of the basic and supporting methods, preferably of dividing materials. The preparation of material for further processing cannot be imagined without the use of cutting technology. The text of the contribution describes the geometric solution of the cutter and also the construction of the used tool for the area of trimming sheet metal and creating qualitatively more suitable cutting surfaces. The goal of the contribution was the design of a tool for the application of sheet metal trimming.

**Keywords:** sheet metal, cutting tool, cutter, roughness, construction

---

## ÚVOD

Strihanie je základnou prácou delenia materiálov strihom. Pri kovochoch začína elastickou, potom plastickou deformáciou a po lokálnom vyčerpaní plasticity končí porušením - lomom.

Pri strihaní sa dajú pozorovať tri základné fázy:

1. Strižník vniká do materiálu a dochádza k pružnej deformácii materiálu. Táto fáza trvá až do dosiahnutia medze pružnosti.
2. V ďalšej fáze dochádza k tvárnej deformácii materiálu, ktorá je charakterizovaná prekročením medze sklzu. Strižník vniká do polovice strihanej hrúbky.
3. V poslednej fáze dôjde k oddeleniu materiálu, čo je prekročenie medze pevnosti v strihu.

Na vzhľade strižnej plochy sú obe posledné fázy zrejme. Tvárna deformácia vytvára nízku, kovovo lesklú plôšku. Ušmyknutie spôsobí šikmú matnú plochu, niekedy aj s viditeľnými trhlinami.

O technológii strihania a jeho nosných aj okrajových problémoch jestvujú tisícky príspevkov. V nasledujúcom príspevku je pozornosť zameraná na problematiku tzv. integrovaného strihania.

V súčasnosti sa pre strihanie plechových dielov aplikujú klasické konštrukcie strižných nástrojov. Konštrukčné riešenie strižných nástrojov umožňuje jednoduchý aj kombinovaný strih, ale ukazuje sa, že bude potrebné v praxi aplikovať nielen klasické

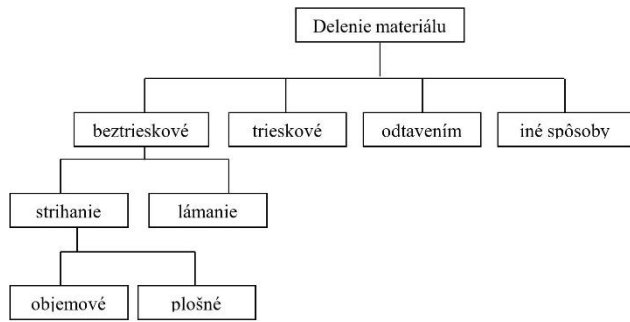
metódy prezentované tzv. celokovovými tvárniacimi nástrojmi. Potrebné je zrejme pre každý plechový diel a strih používať jednoúčelový nástroj, resp. iný spôsob prezentovaný nekonvenčnou konštrukciou nástrojov. V malej miere sa v praxi používajú netradičné metódy, ktoré v niektorých prípadoch prevyšujú bežné technické riešenia. Tento jav je spôsobený aj finančnými možnosťami výrobných firiem. Práca s takýmto nástrojom je rýchla a relatívne jednoduchá pre hociktorého aj iba zaučeného pracovníka a zvýšila by sa aj bezpečnosť pri práci. Samozrejme, že takýto nástroj by mal byť zaradený do širšej linky, kde sú aj ďalšie tvárniace nástroje, čo by sa dalo dosiahnuť automatizáciou procesu, pretože ako je známe tvárniace procesy sa dajú veľmi ľahko automatizovať.

## 1 TEORETICKÁ ČASŤ

Strihanie a delenie materiálu v strojárskej výrobe patrí medzi primárne technológie. Proces strihania patrí do veľkej skupiny príbuzných procesov, ktoré stoja na počiatku výrobného cyklu. Podstatou strihania je oddelenie materiálu (plechu, polovýrobku) činnými časťami (nožmi, strižníkmi) a výsledkom je vznik dvoch povrchov. V odbornej literatúre sa stretávame aj so striktno oddeleným strihaním od ďalších technológií tvárnenia [1-5].

V prevažnej miere pri tvárnení kovov sa plocha povrchu polovýrobku následkom kontaktu s nástrojom zväčšuje. Pri ťahaní je to cca 40 %, pri

pretláčaní až o 95 %. Percentuálne vyjadrené pri strihaní je to 100 %. Schéma ilustruje postavenie strihania medzi ďalšími spôsobmi delenia materiálov [6-8].



Obr. 1. Schéma spôsobov delenia materiálu

Delenie strihania [9-10]:

- strihanie*, pri ktorom sa materiál úplne oddelí pozdĺž uzavretej krivky strihu,
- strihanie*, pri ktorom sa materiál úplne oddelí pozdĺž neuzavretej krivky strihu,
- strihanie rovnobežnými strižnými hranami* - vzdialenosť medzi strižnými hranami je stále rovnaká,
- strihanie šikmými strižnými hranami* zvierajúcimi určitý uhol.

Z konštrukčného hľadiska sa najčastejšie používa delenie strižných nástrojov podľa:

- *spôsobu vedenia funkčných častí nástroja*, a to na *strižné nástroje*:
  - *bez vedenia* (otvorené),
  - *s vedením*:
    - priamym v strižnici alebo vodiacej doske,
    - nepriamym s vodiacimi stĺpkami alebo vodiacim valcom,
- *vymedzenia posuvu pásu v nástroji* na strižné nástroje s:
  - *vymedzením dorazmi*,
  - *vymedzením hľadáčikmi*,
  - *vymedzením podávacím zariadením*,
  - *kombináciou predchádzajúcich spôsobov*.

Z prevádzkového hľadiska sa strižné nástroje delia podľa:

- *spôsobu podávania pásu alebo zakladania kusových polovýrobov* na nástroje s:
  - *ručným podávaním*,
  - *mechanizovaným podávaním*,
  - *automatickým podávaním*,
- *spôsobu odoberania výstrižkov alebo polovýrobov* na nástroje:

- *s prepadávaním výstrižkov otvorom* v strižnici a v základovej doske,
- *s pretláčaním výstrižkov otvorom* v strižnici, ktorý je vzdialený o krok podania,
- *so zotretím výstrižkov na hornú plochu pásu*, ktorý ich vynáša z nástroja,
- *výstrižok zostáva počas celého pracovného cyklu spojený s pásom* až do poslednej operácie, keď sa od pásu oddelí.

## 1.1 Konštrukčné systémy strižných nástrojov

Z tohto hľadiska možno strižné nástroje začleniť do týchto skupín:

- *otvorené strižné nástroje*,
- *strižné nástroje s vedením vo vodiacej doske*,
- *strižné nástroje s vedením vodiacimi stĺpkami*,
- *strižné nástroje s vedením vodiacim valcom*,
- *strižné nástroje s vedením v strižnici*,
- *strižné nástroje s kombinovaným vedením*.

## 2 KONŠTRUKCIA STRIŽNÉHO NÁSTROJA

Vychádzajúc z podstaty strižného procesu boli hľadané metódy umožňujúce pri minimálnych nákladoch dosiahnuť dobrú kvalitu povrchu a rozmerovú presnosť výstrižku. Riešenie sa našlo v kombinovanom nástroji. Podstata úpravy nástroja spočíva v tom, že za strižným klinom je vytvorený ďalší klin, ktorý zarovnáva vzniknutú nerovnosť. Princíp usporiadania je na obr. 2. Druhý klin je upravený do formy zuba preťahovacieho trňa a je umiestnený paralelne so strižnou hranou, vysunutý o veľkosť strižnej vôle, t. j. vzhľadom na teoreticky nulovú vôľu medzi rezným klinom a strižnicou je vhodné, ak je to konštrukčne možné, zabezpečiť súčasný záber strižného a rezného klina, teda používať nástroje so sklonenou reznou hranou o uhol  $\lambda$ .

Výhoda strihania sklonenými strižnými hranami oproti strihaniu rovnobežnými hranami vyplýva z porovnania priebehov strižnej sily. Pri strihaní rovnakého materiálu sklonenými strižnými hranami je potrebná podstatne nižšia strižná sila ako pri použití rovnobežných strižných hrán. Pri strihaní sklonenými strižnými hranami však vzniká deformácia nepridrživanej časti materiálu. Veľkosť deformácie odstrihutej časti materiálu závisí od vlastností a rozmerov materiálu a od uhla sklonu strižných hrán  $\lambda$ . V prípade, ak je uhol  $\lambda$  malý a strihaný materiál tenký a pružný, deformácia odstrihutej časti je malá a často zanedbateľná. Ak je uhol  $\lambda$  väčší, strihaný materiál má väčšiu hrúbku a zároveň je mäkký, deformácia odstrihovanej časti je väčšia.

## 2.1 Geometrické parametre nástroja

Na dosiahnutie kvality povrchu porovnateľnej s jemným obrábaním je vhodné, aby pri strihaní väčších prierezov bol prídavok na obrábanie rozdelený na časť hrubovaciú a hladiacu. Týmto riešením je možné dosiahnuť drsnosť strižnej (obrábanej) plochy rádo  $R_a = 0,4 \div 0,75$ . Pre praktické prípady strihania plechu do hrúbky 4 mm postačuje jeden rezný klin, vo zvlášť určených prípadoch dva, ktoré sú usporiadané podľa obr. 2. Na obr. 3 je zobrazená konštrukčná dokumentácia strižného nástroja.

Teoretická strižná sila  $F_S$  sa dá vyjadriť vzorcami:

- pre strihanie rovnobežnými strižnými hranami:

$$F_S = l_S \cdot a \cdot \tau_m, \quad (1)$$

kde  $l_S$  - dĺžka strihu [mm],

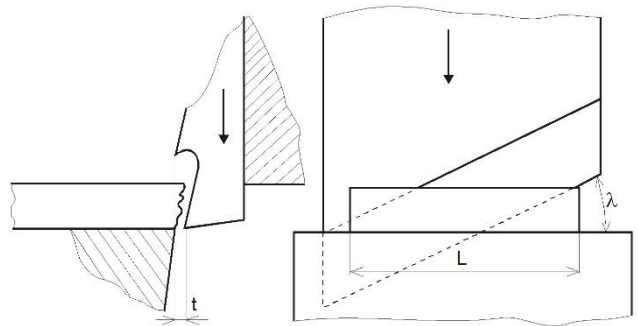
$a$  - hrúbka strihaného materiálu [mm],

$\tau_m$  - pevnosť materiálu s strihu [MPa],

- pre strihanie sklonenými strižnými hranami:

$$F_S = \frac{a^2}{\operatorname{tg} \lambda} \cdot \tau_m. \quad (2)$$

Je zrejmé, že pri prekrytí záberu strižného a rezného klina bude sa sčítavať strižná sila  $F_S$  s reznou silou  $F_Z$ . Preto na posúdenie veľkosti vzrastu sily je potrebné kvantifikovať obe zložky.



Obr. 2. Schéma úpravy nástroja so strižným a rezným klinom

Pri stanovení veľkosti rezného sily je možné vychádzať zo vzťahov známych z teórie obrábania rezaním rezným klinom. Pretože proces rezania je v tomto prípade blízky preťahovaniu, môžeme uplatniť nasledovné vzťahy:

$$F_{Z_{\max}} = k_S \cdot a \cdot b, \quad (3)$$

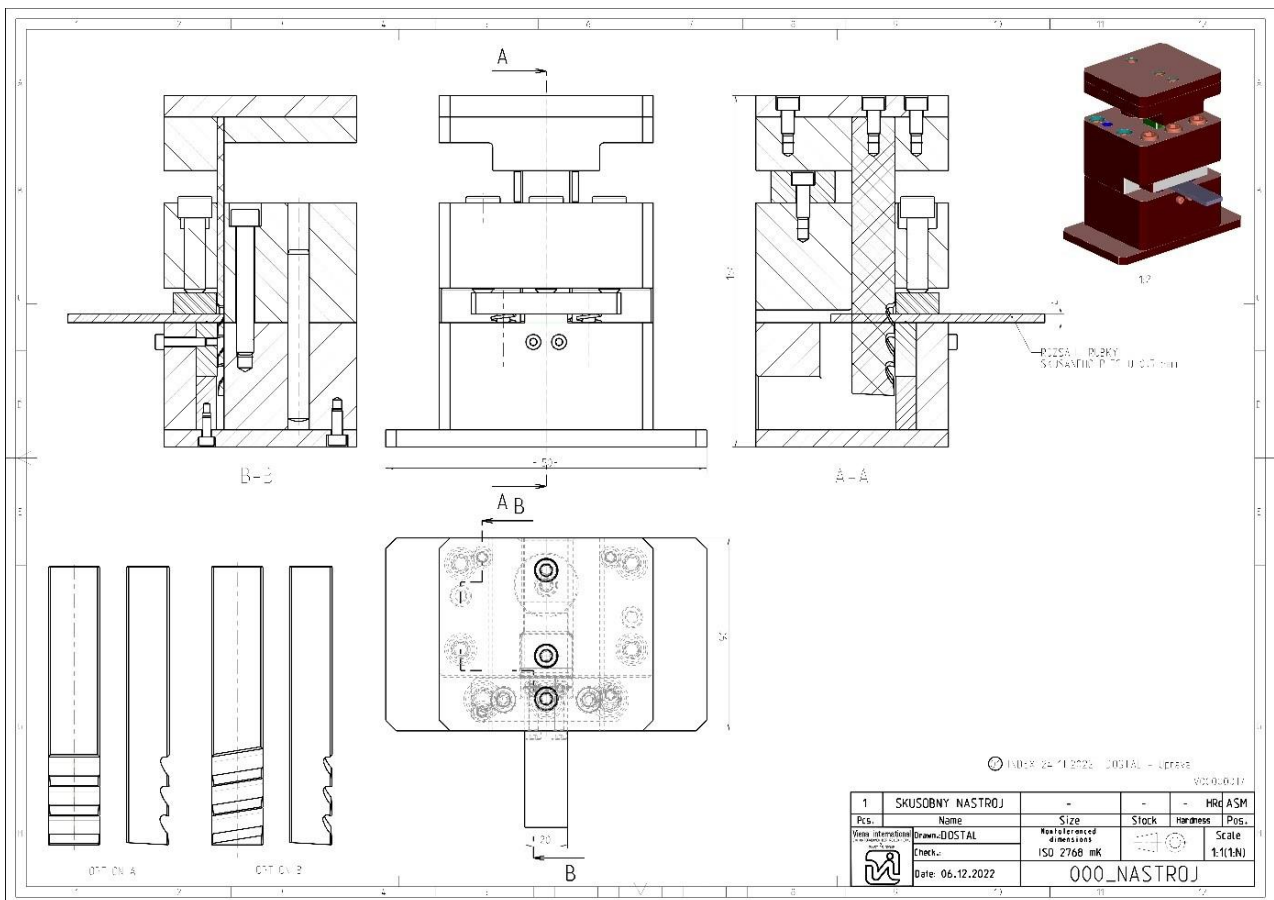
kde  $k_S$  - merný odpor materiálu [Pa],

$a$  - hĺbka rezu [mm],

$b$  - šírka triesky [mm], teda

$$b = \frac{L}{\cos \lambda}. \quad (4)$$

Pre  $k_S$  platí:



Obr. 3. Konštrukčná dokumentácia strižného nástroja

$$k_s = \frac{C_{Fz}}{a^n} \quad (5)$$

alebo po dosadení  $(1-n) = Y_{Fz}$  platí:

$$F_z = C_{Fz} ab. \quad (6)$$

Stredné hodnoty pre oceľ pevnosti  $\sigma_p < 700$  MPa sú nasledovné:  $C_{Fz} = 1700$ ,  $Y_{Fz} = 0,85$ .

Teda po dosadení:

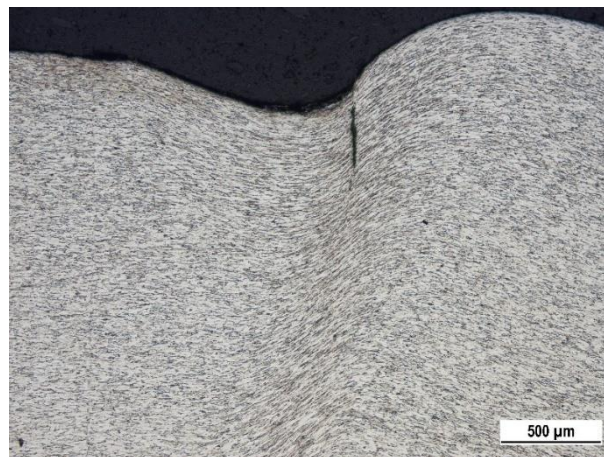
$$F_z = 1700 \cdot a^{0,85} \cdot \frac{L}{\cos \lambda}. \quad (7)$$

### 3 EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

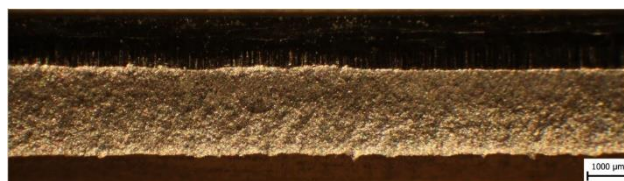
S navrhnutou konštrukciou nástroja podľa obr. 3 boli vykonané experimentálne práce s materiálom - plech S235 so zložením: (%) C 0,13 %, Mn 0,44 %, Si 0,023 %, P 0,007 %, S 0,008 %, Cu 0,03 %, Cr 0,01 %, Ni 0,014 %, Al 0,040 %. Na obr. 4 je zobrazené experimentálne pracovisko.



Obr. 4. Experimentálne pracovisko



Obr. 5. Začiatok strižného procesu



Obr. 6. Strižná plocha vzorky pri bežnom strihaní



Obr. 7. Meranie drsnosti plochy vzorky po integrovanom strihaní

Tab. 1. Drsnosť výsledných plôch po integrovanom strihaní sklonenou hranou

Drsnosť [μm]	Oceľ					
	Š1		Š2		Š3	
	Norm.	Integr.	Norm.	Integr.	Norm.	Integr.
$R_a$	5,067	0,443	4,244	0,400	4,244	0,400
$R_z$	28,486	2,687	23,573	2,820	23,573	2,820
$R_p$	13,425	1,240	11,644	1,647	11,644	1,647
$R_t$	38,751	3,468	38,125	4,268	38,125	4,268
$R_{z1max}$	35,123	3,444	38,125	3,965	38,125	3,965
$R_{pk}$	5,703	0,410	7,102	0,612	7,102	0,612

Tab. 2. Drsnosť výsledných plôch po integrovanom strihaní rovnobežnou hranou

Drsnosť [μm]	Oceľ					
	R1		R2		R3	
	Norm.	Integr.	Norm.	Integr.	Norm.	Integr.
$R_a$	4,169	0,300	3,887	0,444	4,410	0,319
$R_z$	23,732	2,117	22,064	3,884	25,336	2,281
$R_p$	11,524	0,944	11,202	1,584	11,362	0,962
$R_t$	39,225	2,723	32,057	7,957	48,445	4,545
$R_{z1max}$	35,578	2,715	29,352	7,421	48,445	4,172
$R_{pk}$	6,020	0,328	4,427	0,881	5,628	0,385

Ako dôležitý parameter bola vyhodnotená drsnosť plôch po integrovanom strihaní. Spôsob merania je na obr. 7. Meranie a vyhodnotenie bolo urobené podľa Normy EN ISO 4287.

Z nameraných výsledkov je zrejmé, že druhý klin na strižníku spoľahlivo zabezpečil dôkladné obrobenie výslednej plochy strihu, čo bolo cieľom príspevku.

## ZÁVER

Možno zhrnúť, že v príspevku išlo o pohyb medzi klasickými technológiami tvárnenia a novými možnosťami aplikácie iných spôsobov tvárnenia, ktoré sa dali realizovať v konkrétnych podmienkach. Cieľom bolo prednostne overiť vhodnosť uvedeného riešenia v oblasti plošného tvárnenia kovov, čím je presne vymedzená oblasť nášho výskumu.

## LITERATÚRA

[1] MARCINIAK, Z. - DUNCAN, J. L. - HU, S. J. (2004): *Mechanics of Sheet Metal Forming*, Butterworth-Heineman Jordan Hill, Oxford, 211 p., ISBN 0-7506-5600-0.

[2] HRIVŇÁK, A. - EVIN, E. - SPIŠÁK, E. (1985): *Technológia plošného tvárnenia*. Bratislava.

[3] MORAVEC, J. (2015): *Teória tvárnenia kovov*. EDIS - vyd. UNIZA, ISBN 978-80-554-1095-1, Žilina.

[4] MORAVEC, J. (2000) :*Strihanie technických materiálov*. EDIS – vyd. UNIZA, ISBN 80-7100-705-6, Žilina.

[5] BOLJANOVIC, V. (2005): *Sheet Metal Forming Processes and Die Design*. ISBN 0-8311-3182-9.

[6] *Metal Forming, Mechanics and Metallurgy*, Cambridge: University Press, ISBN 978-1-107-00452-8.

[7] KUNDAR, S. (2004): *Technology of Metal Forming Processes*. ISBN 978-81-203-3425-0.

[8] LANGE, K. (2004): *Lehrbuch der Umformtechnik*. Berlin: Springer- Verlag Berlin, 496 p. ISBN 978-35400-5197-8.

[9] MARCINIAK, Z. (1984): *Theorie der Blechformung*. Praha: STNL.

[10] PEARCE, R. (2010): *Sheet Metal Forming*. ISBN 0-7503-0101-5.