

Problematika logistiky pri skladovaní tvárniacich nástrojov a otázka opotrebovania činných dielov

Borislav Melo, Ing., PhD.

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

The issue logistics in the scalding of forming tools and the issue of wear of active parts

Abstract: The article deals with the specific issue of the logistics of forming tools within the company. The submitted contribution in a brief overview points to possible situations that may arise in the production process when applying forming tools. It is also pointed out the possibilities of solving the situations that arise in the production preparation stage. An addition is also pointing out the issue of wear and tear of active parts of clippers and their renovation.

Keywords: forming, tools, logistics, wear.

ÚVOD

Skladová logistika sa stáva v hospodárskej súťaži firiem prevažujúcim faktorom v celkovom ponímaní tohto fenoménu. Nosnou úlohou je minimalizovať skladové zásoby, skrátiť doby omeškania vo výrobe a optimalizovať využívanie skladových kapacít.

Ďalšou úlohou je z prebiehajúcich procesov odstrániť také prvky, ktorých spoľahlivosť je limitovaná ľudským faktorom. Samozrejme, nie vždy a všade to ide podľa očakávania najmä v takých oblastiach ako je oblasť tvárniacich nástrojov. Nevyhnutnou zložkou optimálneho procesu aplikácie tvárniacich nástrojov vo výrobnom procese je takisto pozornosť opotrebovaniu činných dielov tvárniacich nástrojov a ich údržba [1-3].

1 ŠPECIFIKÁ

Tvárniace nástroje (*TN*) sú nevyhnutným prvkom výrobného procesu v ktorom sa realizujú výtvarky v stredných, ale najmä veľkých sériách. Nejde teda o produkciu vyrábanú konkrétnou firmou, ale o nevyhnutné uskladnenie potrebnej lisovacej techniky pre samotnú výrobu konkrétneho sortimentu výtvarkov.

Špecifikum *TN* sa dá sformulovať: s jestvujúcim sortimentom tvárniacich nástrojov sa produkuje zhodný sortiment výtvarkov značného množstva. To znamená, že s jedným *TN* sa vyrobí zvyčajne jeden druh výtvarkov. Jestvuje tu priama a neporušiteľná väzba medzi nástrojom a výtvarkom (výrobkom) na rozdiel od napr. trieskového obrábania, kde je možné

s jedným nástrojom (napr. frézou) vyrobiť a realizovať obrovské spektrum variácií obrobkov.

2 CIELE

V priamom spojení a prepojení so systémom riadenia a plánovania výroby so zákazkovým systémom musí systém riadenia skladu zabezpečiť optimálne podmienky pre vedenie skladu.

Príklad: Je potrebné vyrobiť sériu výliskov pre odberateľa na nástroji *LNT 82-6-0*.

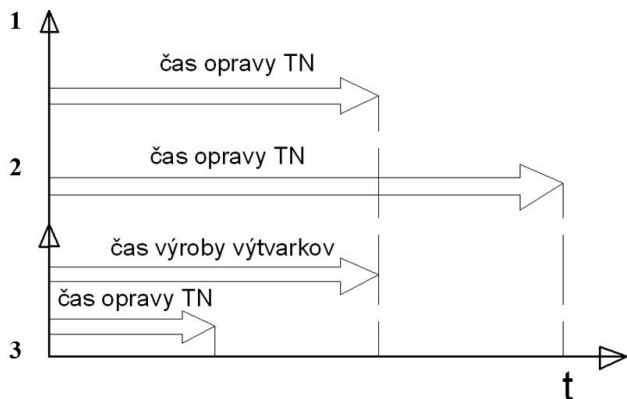
Príkaz musí byť daný v dostatočnom predstihu, pretože *TN* je zložitý systém činných a periférnych prvkov spojených spojovacími súčiastkami do funkčného celku. Pri takomto ponímaní je očividné, že tu existuje veľa úskalí. Tie sa týkajú funkčnosti a spoľahlivosti dielov nástroja a čo je maximálne dôležité - nástroj musí byť plne funkčný, teda zmontovaný po predošlej oprave podľa výkresovej dokumentácie a naostrený (v prípade strižných nástrojov). Podľa obr. 1 je možné ďalej precizovať.

Zo schémy vyplýva: stav 1 je taký stav, kedy doba opravy je zhodná s časom výroby výtvarkov, ale iného druhu, než sú tie ktoré sa produkujú s konkrétnym *TN*. V tomto čase prebieha oprava nástroja a hneď po skončení výroby sa dá nástroj nastaviť na tvárniaci stroj - lis.

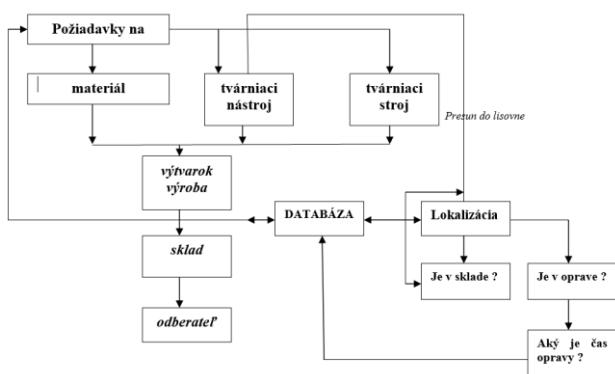
Stav 2 je stav, ktorý je absolútne neprípustný vo výrobnom procese, kedy oprava *TN* prekračuje dobu výroby výtvarkov a dochádza k prestoju.

Optimom je stav 3, kedy je doba opravy oveľa kratšia než čas výroby produkcie.

Z tohto jednoduchého rozboru vyplýva, že je veľmi žiaduce, aby sa sledovali priebehy opráv *TN* z dôvodu vylúčenia kolízií prednostne z časového hľadiska.



Obr. 1. Tri možné stavy opravy strihacieho nástroja



Obr. 2. Schéma procesov pri príprave tvárniacich nástrojov do výrobného procesu

Uvedená schéma obr. 2 prehľadne ukazuje, ako reálne prebieha proces pri príprave *TN* do výroby.



Obr. 3. Skladové priestory pre tvárniace nástroje

V ilustrovanom prípade bolo poukázané na situácie, ktoré vznikajú pri logistike s *TN*. Na obr. 3 je vidieť, že zodpovedne pripravené skladové priestory pre *TN* sú prvou podmienkou pre optimálnu prácu s nimi vo výrobnom procese. Následne je potrebné mať v súčasnosti na zreteli, že rutinné metódy nie sú už celkom vhodné pre použitie v podmienkach premenlivej trhovej ekonomiky, kde producent musí

pružne a pohotovo reagovať na požiadavky zákazníka.

3 OPOTREBOVANIE ČINNÝCH DIELOV

TN (v tomto prípade strihací, ďalej *SN*) značnou mierou vplýva na proces tvárnenia. Všeobecne v plošnom tvárnení jestvujú veľmi dôležité väzby a vzájomná interakcia zúčastňujúcich sa prvkov [4-8].

Výsledkom je výtvarok určitej kvality. Existuje jednoduchý vzťah, ktorým môžeme opísať výslednú kvalitu výlisku:

$$Q_{vyl} = Q_n + Q_m + Q_{ts} + Q_z + Q_o, \quad (1)$$

kde Q_{vyl} - kvalita výlisku,

Q_n - kvalita nástroja (najmä kvalita činných častí),

Q_m - kvalita materiálu,

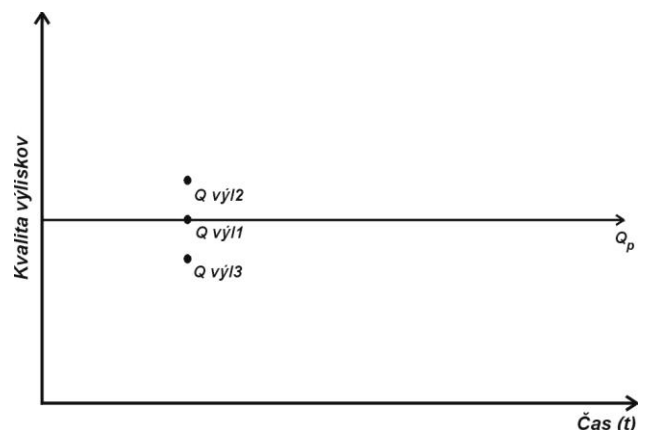
Q_{ts} - stav tvárniace stroja,

Q_z - kvalita zoradenia,

Q_o - kvalita obsluhy celého procesu.

Kvalita výlisku môže dosiahnuť všeobecne tri hladiny: $Q_{vyl} = Q_p$, $Q_{vyl} < Q_p$, $Q_{vyl} > Q_p$.

Na grafe (obr. 4) sa to dá predstaviť názornejšie:



Obr. 4. Úrovně hladín kvalít vo výrobe výtvarkov

Priamka Q_p predstavuje hladinu požadovanej kvality. Tri výsledné kvality výlisku zaujímajú tri možné polohy. Požadovaná kvalita je taká výsledná kvalita, ktorú očakáva spotrebiteľ (interný alebo externý). Otázne je, či v niektorých prípadoch produkovaná kvalita je na úrovni takej kvality, ktorú od nás očakávajú spotrebitelia. V prípade, že $Q_{vyl} \geq Q_p$ je úloha splnená. Symbolom Q_{vyl} je myslená výsledná kvalita, ktorú dokážeme ponúknuť a predať. Z toho vyplýva, že cena je priamo závislá od kvality, a kvalita produkcie výliskov závisí simultánne podľa členov vo vzťahu (1). Je potrebné upozorniť, že výrobný proces je dynamický jav a takto je treba si predstaviť aj vzťah (1) a tiež obr. 4.

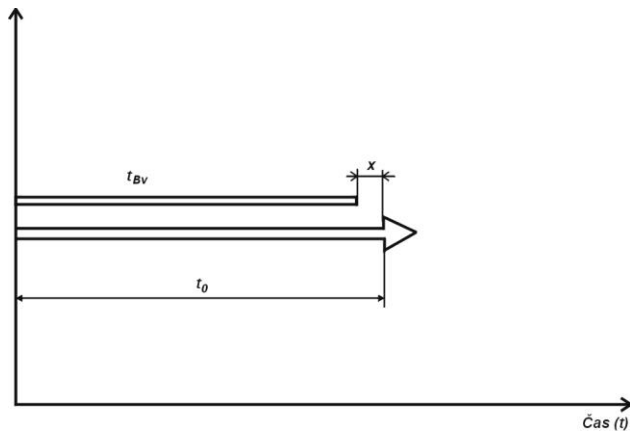
Takýto ideálny stav ale neexistuje. Optimálny stav Q_{vyl2} tiež môže zaujať tri polohy vzhľadom k Q_p alebo zaujať vyššiu hladinu. V poslednom prípade

kvality $Q_{výřt}$ je nevyhnutné maximálne sa usilovať o dosiahnutie hladiny Q_p .

3.1 Veľkosť dávky

Podstatný vplyv pri výrobe výliskov má veľkosť výrobné dávky.

Na obr. 5 je optimálne rozloženie priebežného času výroby výliskov a času kvalitnej prevádzky nástroja.



Obr. 5. Optimálne rozloženie priebežného času výroby a času prevádzky nástroja

Diferencia x umožňuje v tomto úseku rozdielu časových hodnôt opätovné preostrenie nástroja a jeho zoradenie. Dôležité je preto stanoviť optimálnu veľkosť výrobné dávky a malo by platiť, že počas doby výroby určitej dávky by mal nástroj zabezpečiť kvalitné vyhotovenie dielov dávky:

$$t_{Bv} \leq t_o, \quad (2)$$

kde t_{Bv} - čas realizácie výrobné dávky s n - kusmi,

$t_o = t_{pm}$ čas kvalitnej prevádzky nástroja medzi dvoma preostreniami, úpravami a pod.

Podmienka: stupeň presnosti výroby je priamo závislý na kvalite a presnosti tvárniace náradia.

3.2 Problematika a jej riešenie

SN po určitej dobe prestane produkovať výlisky požadovanej kvality, čo je spôsobené otupovaním činných dielov. Podmienkou je, aby proces opotrebovania strižných hrán činných dielov bol postupný a nie skokový. Ostrie na výliskoch je ešte možno odstrániť omieľaním, čo ale prináša zvýšenie nákladov.

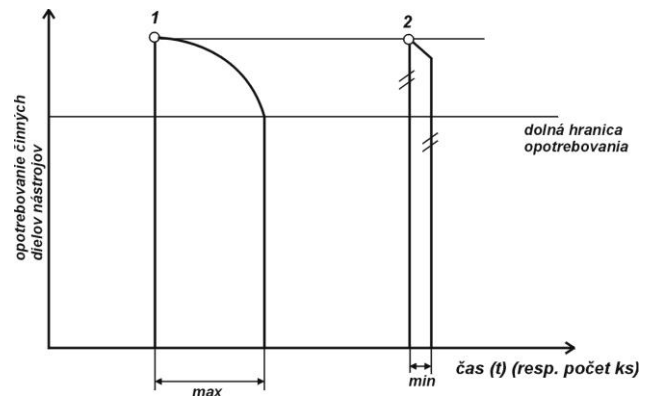
Na obr. 6 je zachytený stav (1) kedy nástroj správne pracuje a jeho opotrebovanie prebieha pozvoľna a doba prevádzky je maximálna, prípadne:

$$t_{pm} \geq t_{Bv}, \quad (3)$$

čiže čas prevádzky nástroja je rovný alebo väčší ako doba potrebná na realizáciu výrobné dávky.

Stav (2) je havária nástroja, teda:

$$t_{pm} \ll t_{Bv}. \quad (4)$$



Obr. 6. Porovnanie dvoch stavov prevádzky nástroja

Otázkou je, prečo dôjde k havárii nástroja, resp. jeho kolapsu, teda zrúteniu systému?

Pokúsime sa odpovedať na niektoré otázky príčin.

1) Došlo k vylozeniu strižnej hrany

Príčina: SN sú zoskrutkované a skolíkované. Po demontáži nasleduje ostrenie strižníkov, strižnice. Pri montáži SN je nevyhnutné dbať o presnú, tú istú polohu činných dielov.

Prečo? V nástrojárskej praxi je známe, že ak by sa nezaistila tá istá poloha dielov, mohlo by dôjsť k tzv. sadaniu hrany na hranu a potom k jej vylozeniu. Potrebne je vždy zaistiť a nastaviť strižnú vôľu a jej rovnomerné rozdelenie po obvode.

Pri práci sa niekedy používa olej, ktorý je nanášaný na pás plechu. V prípade, že ak málo obozretný pracovník nedá pozor na vysunutie, resp. odstránenie zvyškov plechu z miesta strihu, môže nastať nalepenie častíc zvyškov plechu na pás a tým, že stúpne hrúbka strihaného materiálu dôjde k vylozeniu hrany (obr. 7). Ďalším zdrojom problémov je nesprávne nastavenie nástroja na tvárniacom stroji zoradovačom.

Ako predísť týmto problémom?

- dôsledne trvať na vyhotovení kontrolných výstrižkov z papiera alebo fólie po naostrení a montáži SN a tieto vždy odovzdať do lisovne po ich naostrení a zmontovaní,
- poučiť obsluhu nástroja a dôkladne ju oboznámiť s prevádzkovými podmienkami a zvláštnosťami určitého nástroja,
- vyrábať z predpísaného materiálu, čiže aby mal potrebné chemické zloženie podľa predpisu, hrúbku a povrch bez hrdze a okují.

2) Kvalita ostrenia činných dielov

Ostrením činných dielov obnovujeme vlastnosti potrebné pre optimálnu prevádzku.

Ostrenie sa robí na brúskach, kde sa realizuje upnutie strižníkov a strižnice magnetickým upínačom, ktorý zabezpečí ich dôkladné uchytenie.

Pri tejto práci sú dôležité niektoré zásady:

- neostríť bez chladenia, aby k vyhriatiu strižnej hrany ,
- kotúč pred prácou orovnať, aby nebol zanesený,
- ostríť len kotúčom, ktorý nehádza, čiže musí byť vyvážený,
- trysky z činných dielov odoberať minimálnej hrúbky. Optimálny je celkový úber z činného dielu 0,2 mm.

Po skončení práce nenamontovať neodmagnetované diely do nástroja. Dôležité je demagnetizovať strižníky a strižnicu na demagnetizačnej dráhe. V činných dieloch zostáva zvyškový remanentný magnetizmus. Ten môže zapríčiniť, že dôjde k zachyteniu strihaného materiálu (jeho častíc) na činné diely, ktoré ďalej pôsobia ako magnet a nastane ten stav, čo už bol spomenutý pri mazaní olejom. Hrúbka materiálu sa zväčší a pri nadmernom namáhaní jednej časti strižnice sa vylomí strižná hrana.

V prípade, že hĺbka vylomenia zasiahne fazetku v celej jej výške v otvore strižnice, ide o haváriu nástroja. Banálna príčina - neodmagnetovanie - spôsobí výpadok vo výrobe, a ak nie sú náhradné diely, ide o veľkú finančnú stratu.

Výška fazetky je závislá od hrúbky materiálu, zvyčajne býva:

$$\begin{aligned} t \leq 0,5 \text{ mm} \quad h &= 3 \div 5 \text{ mm}, \\ t = 5,0 \text{ mm} \quad h &= 5 \div 10 \text{ mm}. \end{aligned} \quad (5)$$

Takéto riešenie zaručuje aj pri častom ostrení nezmenenú presnosť výstrižkov a osvedčuje sa pri strihaní materiálu bez ostrín.

Po naoštrení dôjde aj k nahrnutiu častíc materiálu na okraje strižníkov. Vhodné je zraziť ich jemnou osličkou.

Dôvod? Pri nastavovaní nástroja a montáži, pri nasúvaní do vodiacej dosky tieto čiastočky zbytočne pôsobia ako abrazívum a zodierajú z vodiacich otvorov materiál, čiže menia ich tvar, rozmer a drsnosť.

Ostrenie zostáva a zostane veľmi dôležitou časťou údržby strihacieho nástroja a jeho kvalita priamo vplýva na následný proces výroby výstrižkov. Taktiež je potrebné hľadať alternatívne materiály pre tvárnacie nástroje a tieto skúšať pre každý konkrétny prípad. Dôležité je vždy vziať do úvahy veľkosť výrobnéj dávky.

Vhodné je na tomto mieste ešte doplniť, že nezastupiteľnú úlohu tu má zoraďovač. Zoraďovač má vždy preberať konkrétny tvárnaci nástroj zodpovedne zostavený, naoštrený a funkčný. Nástroj musí správne upnúť na tvárnaci stroj a zoradiť tak, aby všetko bolo v súlade a poriadku, bez nebezpečia vzniku úrazu. Obsluha lisu má byť tiež oboznámená so správnou a bezpečnou obsluhu, pracovným

postupom, mazaním, manipuláciami s odpadom. Ľudský činiteľ má maximálny vplyv na kvalitu a bezchybný chod výrobného procesu a všetky čiastkové procesy.

Zvyšujúci sa podiel stále zložitejších zariadení, t. j. aj lisovacích nástrojov pre rôzne práce v oblasti tvárnenia vyžaduje, aby konštrukcia, výroba aj správne využitie zaručili ich dostatočnú životnosť a spoľahlivosť. Dôsledkom je vytváranie predpokladov pre ich intenzívne využívanie a ekonomickú prevádzku. Pod pojmom životnosť sa rozumie v technickom zmysle čas - doba, počas ktorej môže zariadenie vykonávať požadovanú funkciu v určenej kvalite. Dlhý čas sa smeruje k tomu, aby sa predlžovali nielen časové úseky medzi nutnými opravami, ale tiež, aby činné časti lisovacích nástrojov v priebehu celej doby vykazovali vysokú spoľahlivosť a presnosť pri výrobe produkcie. Spoľahlivosť nástroja sa dá posúdiť podľa súčiniteľa spoľahlivosti K_s , t. j.:

$$K_s = \frac{T_s - \sum_{i=1}^n t_i}{T_s}, \quad (6)$$

kde T_s - čas medzi potrebnými výmenami dielcov, resp. opravami alebo úpravami (hod.),

t_i - doba jednotlivého prestoja potrebného na vykonanie výmeny, úpravy (hod.).

Pri riešení problematiky opotrebovania činných častí je treba zaoberať aj hodnotením dosiahnutého efektu. Čiastkovým kritériom môže byť priemerná doba životnosti súčastí. Opotrebovanie je potrebné chápať a hodnotiť štatisticky, ako výsledok pôsobenia radu náhodných javov. Nevyhnutné je prihliadať aj k rozptylu a spoľahlivosti dosiahnutých výsledkov. V prevádzkových podmienkach je zvyčajne možné hodnotiť dosiahnutý efekt podľa priemernej doby životnosti T_z súčastí za určené (požadované) časové obdobie [9-12].

Spotrebu činných častí (dielcov) lisovacieho nástroja za rok možno vyjadriť rovnicou:

$$n_c = n_o + n_{pr}, \quad (7)$$

kde n_{pr} - počet náhradných dielcov použitých v prevádzke (ks),

n_o - počet náhradných dielcov použitých pri oprave (ks).

V prípade, že počet nástrojov v prevádzke N_{spr} a počet použiteľných činných dielcov v prevádzke P je:

$$n_{pr} = \frac{P}{N_{spr}}. \quad (8)$$

Hodnota n_o sa môže vyjadriť ako priemerná spotreba nových súčastí m pri počte (upravených) nástrojov N_{se} :

$$n_0 = \frac{m}{N_{se}}. \quad (9)$$

Za určitých okolností je možné niektoré dielce znova použiť, čo sa dá vyjadriť súčiniteľom φ :

$$\phi = \frac{f \cdot N_{se} - m}{f \cdot N_{se}}, \quad (10)$$

kde f - počet rovnakých častí v nástroji (závislé od konštrukcie nástroja) (ks).

Súčiniteľ φ môže mať hodnotu v medziach $0 \div 1$.

Okrem toho platí ďalej:

$$n_o = f \cdot (1 - \varphi). \quad (11)$$

Po dosadení do rovnice (8) bude:

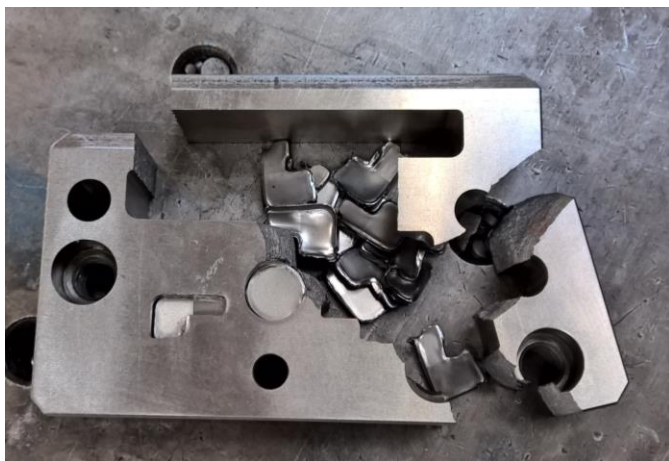
$$n_c = \frac{m}{N_{se}} + \frac{p}{N_{spr}}. \quad (12)$$

Takzvaná stredná doba životnosti súčasti sa môže vyjadriť podľa spotreby náhradných dielov za rok a na jeden nástroj vzťahom:

$$T_z = \frac{f \cdot T_s}{f \cdot (1 - \phi) + \frac{p}{N_{spr}}} \text{ [h]}. \quad (13)$$

Pri takomto spôsobe ekonomickej analýzy je nevyhnutné pripomenúť, že vyžaduje systematický zber potrebných údajov, aby sa mohli objektívne vyjadriť požadované parametre.

Na obr. 7 vidieť opotrebovaný a deštruovaný činný diel SN.



Obr. 7. Deštruovaný diel SN následkom nedodržania odporúčaní uvedených v odseku 3.2

ZÁVER

So zreteľom na špecifickú situáciu treba riešiť problém tvárnenia kovov v celom komplexe – čiže nemožno nijako obísť maximálny podiel na kvalite výliskov, ktorý predstavujú práve tvárniace nástroje. V predložennom príspevku bolo poukázané na niektoré dôležité činitele, ktoré ovplyvňujú výslednú kvalitu výroby výliskov. Optimálne uskladnenie nástrojov zabezpečuje ich jednoduchú identifikáciu

v množstve iných nástrojov. Sledovanie konkrétneho nástroja zo skladu, cez lisovňu do nástrojárne a späť, spolu s kontrolou sa producentovi oplatí a bude za to odmenený výslednou kvalitou svojho produkovaného sortimentu výliskov.

LITERATÚRA

- [1] BAČA, J. - BÍLIK, J. (2000): *Technológia tvárnenia*. Bratislava: Slovenská technická univerzita, 235 p., ISBN 80-2271-3392.
- [2] MORAVEC, J. a kol. (2008): *Tvárniace nástroje*. EDIS vyd. UNIZA, Žilina, 330 s., ISBN 978-80-8070-812-2.
- [3] MORAVEC, J. - BÍLIK, J. (2017): *Tvárniace stroje a nástroje*. EDIS vyd. UNIZA Žilina, 354 s., ISBN 978-80-554-1339-6.
- [4] BAČA, J. (1988): *Tvárnenie*. SVŠT Bratislava.
- [5] MACHEK, V. a kol. (1983): *Zpracování tenkých plechů*. SNTL Praha.
- [6] MORAVEC, J. (2000): *Strihanie technických materiálov*. EDIS, Žilina, ISBN 80-8070-705-6.
- [7] POLÁK, K. (1985): *Teória tvárnenia a nástroje*. SVŠT Bratislava.
- [8] ZÁVĚSKÝ, M. - TIŠNOVSKÝ, M. (1982): *Lisovací nástroje v praxi*. Práce Praha.
- [9] ZUBCOV, M. J. (1985): *Lisování*, SNTL Praha
- [10] ROMANOVSKIJ, V. P. (1979): *Příručka pro lisování za studena*. SNTL Praha.
- [11] BLAŠČÍK, F. a kol. (1988): *Technológia tvárnenia, zlievania a zvarovania*, ALFA Bratislava.
- [12] HAŠEK, V. a kol. (1968): *Lisování*. SVTL Praha.