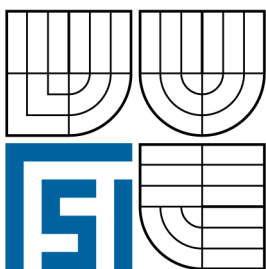


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
THE INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGI

NÁVRH TECHNOLOGIE A USPOŘÁDÁNÍ VÝROBY DRŽÁKU

TECHNOLOGY PROJECT AND LAYOUT HOLDER

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

TOMÁŠ SKRÝVAL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. PAVEL RUMÍŠEK, CSc.

BRNO 2007

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2007/08

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Skrýval Tomáš

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303T002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Návrh technologie a uspořádání výroby držáku

v anglickém jazyce:

Technology project and layout for holder

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Zpracujte literární studii (rešerši) k problematice výroby zadaného dílce
2. Proved'te zhodnocení současného stavu a technologičnosti konstrukce zadaného výrobku
3. Zpracujte návrh možných variant výroby a proved'te výběr optimální varianty
4. U vybrané varianty zpracujte návrh úpravy válcování závitu a návrh způsobu lisování (kalibrace) ohybu
5. Zpracujte konstrukční návrh nástrojů a orientační výrobní dispozici (technologický projekt výroby)
6. Proved'te rozbor a technicko-ekonomické zhodnocení

Cíle diplomové práce:

Řešením základních bodů zadání, zahrnujících rozbor problematiky, návrh variantních způsobů řešení, výběr optimální varianty s jejím technickým zpracováním a ekonomickým posouzením budou prověřeny nejen odborné znalosti studenta, ale i jeho schopnosti dobré profesní orientace při řešení zadaného úkolu z průmyslové praxe.

Seznam odborné literatury:

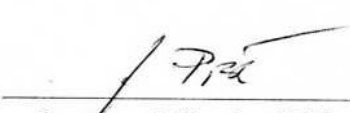
1. FOREJT, Milan, PÍŠKA, Miroslav. Teorie obrábění, tváření a nástroje. Vysoké učení technické v Brně. Brno : Akademické nakladatelství CERM s.r.o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.
2. FREMUNT, Přemysl, PODRÁBSKÝ, Tomáš. Konstrukční oceli. [s.l.] : VUT Brno, 1996. 85 s.
3. RUMÍŠEK, Pavel. Technologické projekty. 1. vyd. Brno : Nakladatelství VUT v Brně, 1991. 185 s. ISBN 80-214-0385-3.
4. DVOŘÁK, Milan, GAJDOŠ, František, NOVOTNÝ, Karel. Technologie tváření. [s.l.] : VUT Brno, 1999. 160 s.
5. Metal Forming Handbook : Schuler. Berlin Heidelberg New York : Springer-Verlag, 1998. 563 s. ISBN 3-540-61185-1.

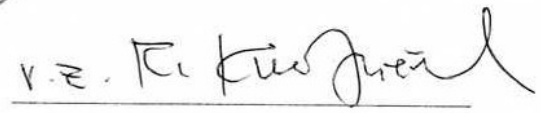
Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Pavel Rumíšek, CSc.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2007/08.

V Brně, dne 22.11.2007




doc. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu


doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

SKRÝVAL Tomáš: Návrh technologie a uspořádání výroby držáku.

Projekt vypracovaný v rámci inženýrského studia oboru 2307 předkládá ukázkou technologie výroby držáku, dílčí součásti posouvacího mechanismu sedadla automobilu Peugeot 308, používané ve firmě UniTools Press CZ Valašské Meziříčí. Na základě literární studie dále obsahuje návrh dvou možných, odlišných způsobů výroby stejné součásti a následný výběr nejvhodnější varianty výroby tabulkou váhového hodnocení. Součást se vyrábí ve sdruženém postupovém nástroji na lise Arisa 400 o jmenovité síle 4000 kN ze svitku plechu o tloušťce 3 mm a materiálu s označením S355MC. Práce dále obsahuje návrh úpravy současného způsobu výroby pro prodloužení životnosti nástroje na válcování závitu a navýšení produktivity výroby.

Klíčová slova: Ocel S355MC, válcování vnitřních závitů, sdružený lisovací nástroj.

ABSTRACT

SKRÝVAL Tomáš: Technology project and layout holder.

The project conceived within engineer's studies of branch 2303T002 is showing holder produce technology using by the company UniTools Press CZ Valašské Meziříčí. This holder is a part of car seat-adjusting system dedicated for Peugeot 308. According to the literary research, next part of this project is submitting two different solutions of produce technology and then it chooses the best one. The best one is chosen with the help of weight values table. The holder is produced in associated tool on press Arisa 400 with nominal force 4000 kN. The holder is manufactured from the roll of sheet steel S355MC (thickness 3mm). In the last part this project is suggesting the modification of produce technology in order to increase tapping tool working life and to increase the production productivity. Keywords: The steel S355MC, tapping, associated tool.

Keywords: S355MC steel, tapping, associated tool.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

SKRÝVAL, T. *Návrh technologie a uspořádání výroby držáku*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 71 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Pavel Rumíšek, CSc.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Tímto prohlašuji, že předkládanou diplomovou práci jsem vypracoval samostatně, s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího diplomové práce.

Ve Vsetíně dne 11.5.2008

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Za cenné rady, pomoc a trpělivost při zpracování diplomové práce bych tímto rád poděkoval doc. Ing. Pavlu Rumiškovi, CSc., Ing. Jurajovi Mudrákovi a dále děkuji firmě UniTools PRESS Valašské Meziříčí a.s. za ochotnou spolupráci při získávání informací ohledně zpracovávaných technologií.

OBSAH

Zadání

Abstrakt

Bibliografická citace

Čestné prohlášení

Poděkování

Obsah str.

1.	ÚVOD.....	11
2.	LITERÁRNÍ STUDIE.....	12
2.1	Stříhání [4] [7] [8]	12
2.1.1	Průběh stříhání.....	12
2.1.2	Jakost střížné plochy.....	13
2.1.3	Střížný odpor	13
2.1.4	Střížná síla a práce.....	14
2.1.5	Střížná vůle	15
2.1.6	Zásady při konstrukci výstřížků	16
2.1.7	Nástřihový plán	19
2.2	Ohýbání [2] [3].....	20
2.2.1	Průběh ohýbání	20
2.2.2	Minimální poloměr ohybu	21
2.2.3	Zpevnění ohýbaného materiálu	22
2.2.4	Pružení při ohýbání.....	22
2.2.5	Ohýbací síla a práce.....	24
2.2.6	Výpočet délky neutrální plochy v místě ohybu	24
2.2.7	Jakost a přesnost při ohýbání.....	25
2.2.8	Kalibrace ohybu [10] [11]	25
2.3	Tažení [5] [6].....	26
2.3.1	Analýza tažení válcového výtažku	26
2.3.2	Technologické parametry tažení válcových výtažků.....	27
2.3.3	Tažení bez ztenčení stěny	27
2.3.4	Vady výtažků.....	30
2.4	Tváření závitů	31
2.4.1	Lisování závitů na výtažcích [9].....	31
2.5	Maziva [10].....	31
2.5.1	Požadavky na vlastnosti maziv.....	31
2.5.2	Rozdělení maziv	32
2.5.3	Mazání mlhou [11]	32
2.6	Lisovací nástroje [4]	32
2.6.1	Rozdělení lisovacích nástrojů.....	32
2.6.2	Hledáčky (přímé a nepřímě středění)	33
2.6.3	Vodící stojánky.....	34
2.6.4	Stopky.....	34
2.6.5	Upínání nástrojů	34
2.6.6	Dorazy	35
2.7	Automatizace výroby [1].....	36
2.7.1	Transportní zařízení – skluzy	36
2.7.2	Dopravníky	36
2.7.3	Podavače, podávací zařízení.....	37

3.	ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU VÝROBY A TECHNOLOGIČNOSTI KONSTRUKCE VÝLISKU	39
3.1	Výrobní postup	40
3.2	Systém lisování závitů válcováním	46
3.2.1	Závitová jednotka	47
3.2.2	Závitníky.....	49
3.2.3	Přidržovač závitníku	49
3.3	Sled výrobních zařízení	50
3.4	Dorazy	51
3.5	Kontrola výroby.....	52
4.	NÁVRH VARIANT VÝROBY	54
4.1	Varianta 1	54
	První varianta odpovídá stávajícímu způsobu výroby.....	54
4.2	Varianta 2	54
4.2.1	Výpočet délky rozvinutého plechu	54
4.2.2	Nástřihový plán	55
4.2.3	Technologický postup výroby	56
4.2.4	Výpočet potřebné síly pro lisovací sdružený nástroj.....	57
4.2.5	Dokončení součásti – zalisování matice.....	59
4.3	Varianta 3	60
4.4	Výběr nejvhodnější varianty.....	61
5.	IDEOVÝ NÁVRH NÁSTROJŮ	62
6.	ROZBOR A NÁVRH ÚPRAVY NÁSTROJE	64
7.	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ ÚPRAV	67
7.1	Zhodnocení trvanlivosti závitníku	67
7.2	Zhodnocení produktivity	67
8.	ZÁVĚR.....	68

1. ÚVOD

Diplomová práce se týká výrobku, jenž vyrábí firma UNITOOLS PRESS Valašské Meziříčí a. s. Zde také docházelo k odborné konzultaci o řešení dané problematiky. Společnost se zabývá výrobou lisovaných dílů na transferových a konvenčních listech (CIE UniTools Press), kovoobráběním (CIE Metal Cz), výrobou plastových dílů vstřikováním (CIE Plasty Cz), montáží a svařováním sestav pro automobilový průmysl.

Předmětem práce je návrh změn při výrobě, nebo úprava konstrukce nástroje pro zvýšení produktivity a prodloužení trvanlivosti tvářecích závitníků ve výrobě držáku (Obr.1.1), dílčí součásti posouvacího mechanismu sedadla automobilu Peugeot 308. Výrobní výkres výlisku a přípravek pro kontrolu rozměrů jsou dodány zákazníkem. Celkový náklad výlisků je 140 000 kusů měsíčně po dobu výroby automobilů. Jedná se o 70 000 pravých kusů (Držák 160A) a 70 000 levých kusů (Držák 160B).

Po zpracování jistých úprav nástroje je výsledkem této práce zvýšení produktivity výroby o 35% a navýšení trvanlivosti nástroje pro tváření závitu o 450%.



Obr. 1.1 Držák 160A a 160B

2. LITERÁRNÍ STUDIE

Pro výrobu součásti ve sdruženém nástroji na lise se užívá operací stříhání, mělké tažení (přípravná operace pro otvor k vyválnování závitu), děrování, protahování, ohýbání, kalibrace ohybů a lisování závitů.

2.1 Stříhání [4] [7] [8]

Stříhání je jednou z nejpoužívanějších technologií pro dělení materiálu a zpracování plechů. Materiál je oddělován užitím nástrojů, které působí na plech současně z obou stran a namáhají ho nad mez pevnosti ve stříhu.

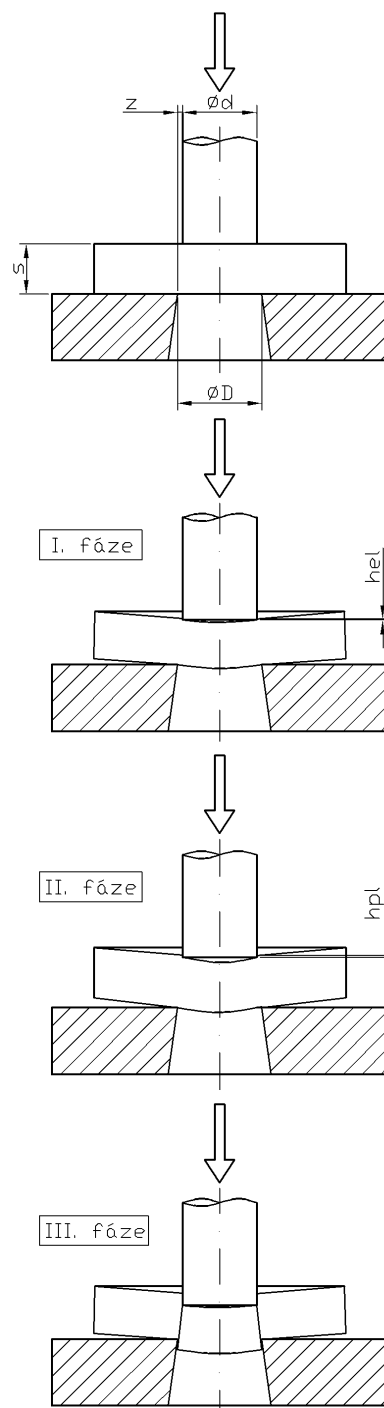
2.1.1 Průběh stříhání

Operace stříhání je zakončena porušením (lomem) v ohnisku deformace. Za nežádoucí jev považujeme plastické přetvoření, které vzniká postupným nebo současným oddělením podél křivky stříhu relativním pohybem dvou břitů, vytvářejících nutné, smykové napětí. Při konstrukci střížného nástroje nesmíme opomenout nutnost vymezení střížné vůle (z), důležitou zejména pro trvanlivost nástroje. Průběh stříhání lze demonstrovat na příkladu prostřihování otvorů s uzavřenou křivkou stříhu. Proces stříhání potom můžeme rozčlenit na tři základní fáze (Obr.2.1).

V **první fázi** stříhu břity vyvolají na plech napětí menší, než je jeho mez pružnosti. Dvojice sil mezi hranami střížníku a střížnice způsobuje ohyb. Vzniká pouze elastická, vratná deformace, která bývá zpravidla 5 – 8% tloušťky stříhaného materiálu.

K trvalému plastickému přetvoření dochází ve **druhé fázi** stříhu. Napětí je větší než mez kluzu a břity vnikají dle závislosti na stříhaném materiálu do 10 – 25% tloušťky stříhaného plechu.

Ve **třetí fázi** napětí vyvolané střížnými nástroji dorovná mez pevnosti ve stříhu materiálu a ve stříhaném materiálu se začínají tvořit trhlinky, vzniká tzv. nástřih. Následně se trhliny rychle šíří, až dojde k utržení a následnému oddělení materiálu. Velikost střížné vůle (z) a mechanické vlastnosti stříhaného materiálu mají vliv na rychlost vzniku a šíření trhlín. U měkkých a houževnatých materiálů je postup trhlín pomalý, naopak u materiálů tvrdých a křehkých dojde k téměř okamžitému oddělení již při minimálním vniknutí střížných hran. Hloubka vniku střížných hran se pohybuje od 10% až do 60% tloušťky plechu (s).



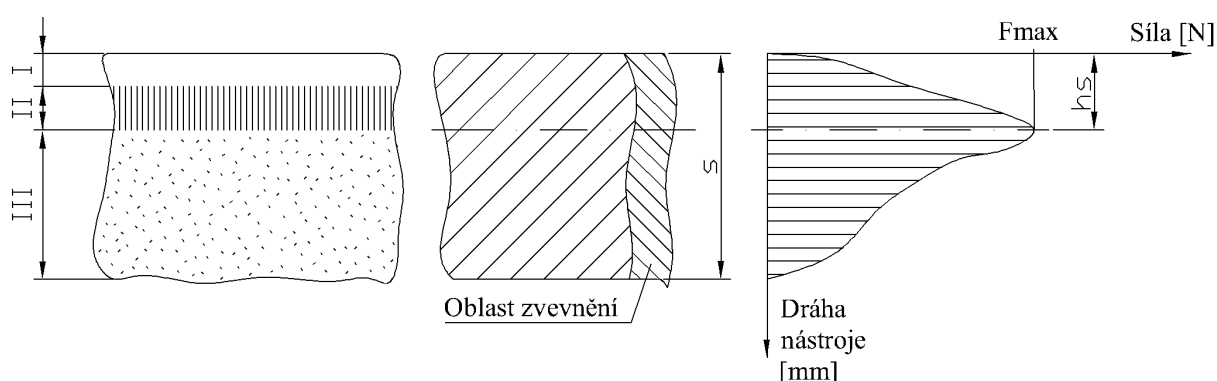
Obr. 2.1 Průběh stříhání
s normální střížnou vůlí

2.1.2 Jakost střížné plochy

Kvalitu střížné plochy ovlivňují tyto faktory:

- velikost a rovnoměrnost střížné vůle
- konstrukce a tvar zejména funkčních částí stříhadla
- stav střížných hran
- mechanické vlastnosti stříhaného materiálu (se vzrůstající tvrdostí se zhoršuje jakost povrchu)
- na počtu zdvihů (při rychlosti více než 400 zdvihů za minutu a do tloušťky materiálu 1mm dosahujeme lepší jakosti povrchu)

Střížnou plochu dělíme do tří oblastí:



Obr. 2.2 Jakost střížné plochy

Oblast I

Je tvořena napěchovaným materiálem od vnikání čela nože. Tvárnější materiály mají tuto oblast větší, křehké materiály jen nepatrnou.

Oblast II

Přesná, lesklá a hladká část střížné plochy vytvořená vlastní plastickou deformací. Velikost pásma se v závislosti na tvárnosti materiálu pohybuje mezi 10 – 40% tloušťky plechu. K vytvoření této oblasti je zapotřebí pracovního zdvihu nástroje, tj. zdvih při kterém působí nástroj střížnou silou.

Oblast III

V tzv. pásmu lomu probíhá samovolné oddělení vystříhlé části pod smykovým napětím. Oblast dosahuje až 80% tloušťky stříhaného materiálu. Je způsobena vznikem a šířením trhlinek a zakončena charakteristickým otřepem, který je úměrný otupení nástroje.

2.1.3 Střížný odpor

Znalost střížného odporu, tedy odporu který klade materiál při vnikání střížného nástroje je nezbytná pro správný výpočet střížné síly a střížné práce. Na jeho velikosti se podílí mnoho materiálových a geometrických činitelů.

Střížný odpor roste:

- s rostoucí pevností stříhaného materiálu
- se vzrůstající rychlosti stříhu
- s klesající tvárností
- při malé střížné mezeře

Střížný odpor klesá:

- s rostoucí velikostí křivky stříhu
- se zvyšující se tloušťkou materiálu
- při použití vhodného maziva

Obecný vztah pro výpočet střížného odporu:

$$k_s = \frac{F_s}{S_s} \quad [\text{MPa}] \quad (1.1)$$

kde:

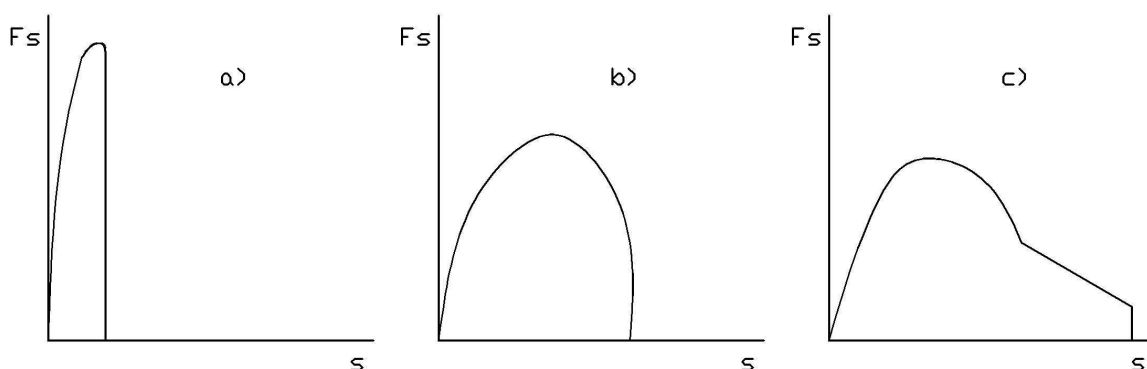
F_sstřížná síla [N]

S_splocha stříhu [mm²]

Střížný odpor je ve skutečnosti závislý také na tření stříhaného materiálu. Podle druhu materiálu se k_s pohybuje mezi 0,55 – 0,9 Rm. Podle použité literatury bude střížný odpor k_s uváděn dále jako mez pevnosti ve stříhu τ_s .

2.1.4 Střížná síla a práce

Výpočet střížné síly je založen na hodnocení materiálových vlastností, kvalitě střížné hrany a chování výstřížků po oddělení. Obr.2.3 ukazuje průběh střížné síly pro materiály a různou tažností. Obr.a) platí pro materiály s malou tažností, b) s velkou tažností a velkou vůlí a c) pro materiály s velkou tažností a malou střížnou vůlí.



Obr. 2.3 Průběh střížných sil

Všeobecná rovnice pro výpočet střížné síly

$$F_s = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot S \cdot k_s \quad [\text{N}] \quad (1.2)$$

kde:

Sstřižná plocha [mm^2]

k_1koeficient charakterizující kvalitu střižné hrany (stupeň otupení) (1,1 až 1,2)

k_2koeficient charakterizující tření mezi materiálem a střižnicí (1,07 až 1,14)

k_3koeficient charakterizující průběh stříhu (rovný stříh, šikmý stříh) (0,2 až 0,7)

k_sstřižný odpor [MPa]

Střižná práce pro stříhání rovnými střižnými hranami se stanoví ze vzorce

$$A = k \cdot F_s \cdot s \quad [\text{J}] \quad (1.3)$$

kde:

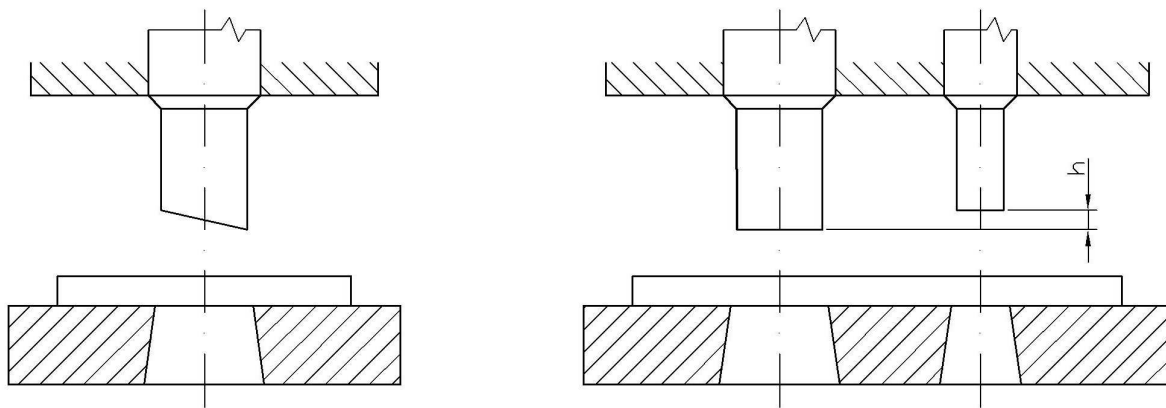
kkoeficient (0,4 až 0,7), závisející na typu a tloušťce materiálu

hvýška zešikmení stříhu (pro případ šikmého stříhu) [mm]

sstřižná plocha [mm^2]

F_sstřižná síla [N]

Velikost střižné síly lze ovlivnit nejen šikmým stříhem, ale také rozdělením střižných obvodů a postupným stříháním (Obr.2.4), přičemž je pravidlem, že nejdříve stříhají větší střižníky a po poklesu střižné síly začínají stříhat střižníky tenčí. V opačném případě vlivem radiálního napětí dochází při stříhání větším střižníkem k bočnímu namáhání menších střižníků a jejich lámání.

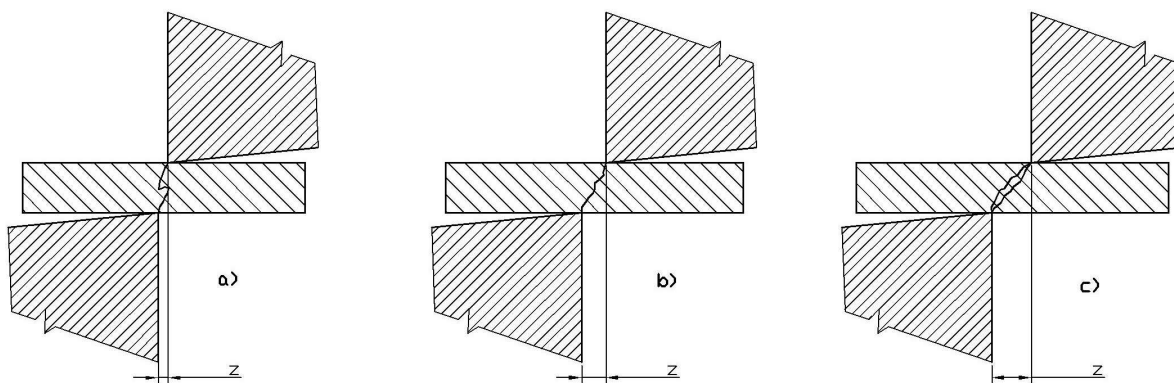


Obr. 2.4 Šikmé a postupné stříhání

2.1.5 Střižná vůle

Střižná vůle je rozdíl mezi rozměrem střižníku a střižnice, tudíž součet střižných mezer stříhadla po obou stranách. Její velikost ovlivňuje především trvanlivost nástroje, kvalitu střižné plochy a je závislá na druhu stříhaného materiálu a jeho tloušťce.

Zvolená střižná vůle musí být naprosto stejná ve všech místech křivky stříhu. Se zmenšováním střižné mezery se zvětšuje síla potřebná na ustřížení, ale i střižná práce až o 40%.



Obr. 2.5 Vliv střížné mezery na kvalitu střížné plochy a) malá střížná mezera
b) správná střížná mezera
c) velká střížná mezera

Výpočet střížné mezery pro tloušťky do 3mm:

$$z = \frac{v}{2} = c \cdot t \cdot \sqrt{\frac{\tau_s}{10}} \quad [\text{mm}] \quad (1.4)$$

Výpočet střížné mezery pro tloušťky nad 3mm:

$$z = \frac{v}{2} = (1,5t - 0,015) \cdot \sqrt{\frac{\tau_s}{10}} \quad [\text{mm}] \quad (1.5)$$

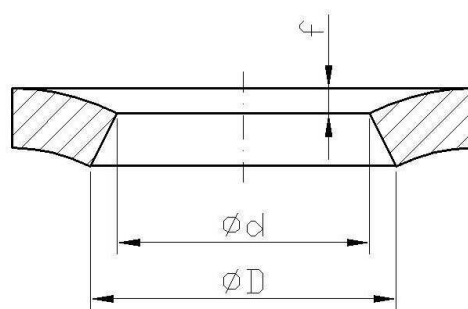
kde:

- τ_smez pevnosti ve stříhu [MPa]
- ttloušťka materiálu [mm]
- zstřížná mezera [mm]
- vstřížná vůle [mm]
- ckoeficient závisející na typu stříhání (0,005 do 0,035)

Střížná vůle je optimální, když požadované jakosti střížné plochy dosáhneme s minimální střížnou silou. Velikost střížné vůle pro stříhání bývá podle druhu stříhaného materiálu od 3 do 20% tloušťky stříhaného materiálu.

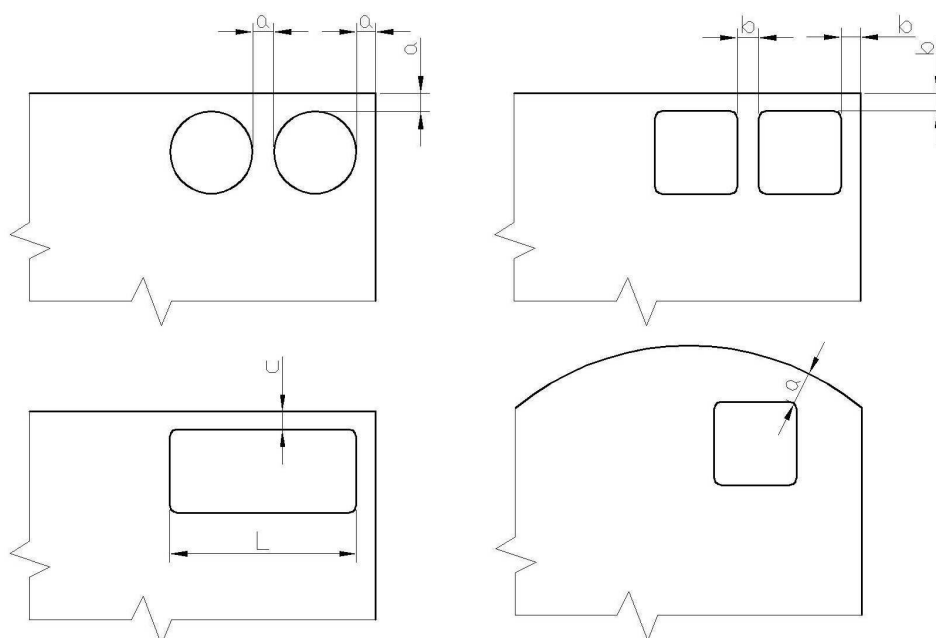
2.1.6 Zásady při konstrukci výstřížků

- Nezužovat tolerance rozměrů pod mez, které lze dosáhnout při běžné práci lisovny.
- Nepředepisovat drsnost a kolmost střížné plochy, pokud se nejedná o funkční plochu součásti.
- Dávat přednost při volbě otvorů kruhovému průřezu.
- Na tloušťce a druhu materiálu závisí volba nejmenší velikosti otvoru, který lze běžným způsobem prostříhnout.
- Rovinnost u malých výstřížků z tlustších plechů předepisovat jen pokud je opravdu nezbytně nutná. Jedná se zejména o úzké kroužky, podložky aj. (Obr. 2.6).



Obr. 2.6 Deformace výstřižku ohybovým momentem

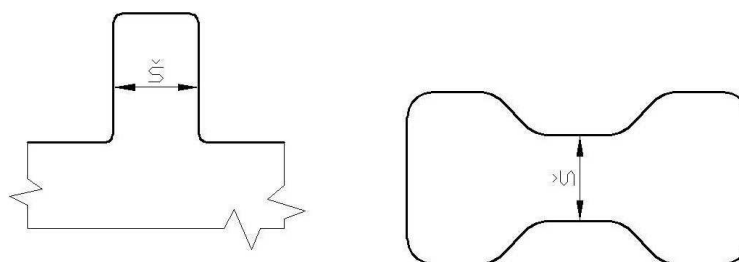
- Dodržovat nejmenší vzdálenosti okrajů otvorů od okraje výstřižku a mezi okraji otvorů (obr. 2. 7.). Uvedené údaje jsou platné pro polotvrdý ocelový plech $R_m = 500 \text{ MPa}$. U materiálů s menší pevností je nutno hodnoty zvětšit o 20 – 25 % u plechu tloušťky $s < 1,5 \text{ mm}$ a o 10 – 15 % u plechu tloušťky $s > 1,5 \text{ mm}$.



$$a \geq 0,8s; b \geq s; c \geq 1,5s$$

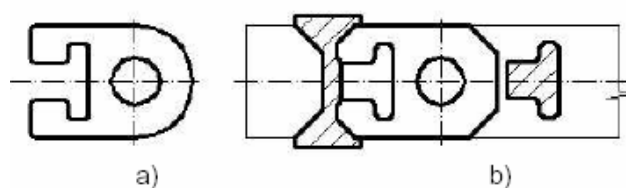
Obr. 2.7 Technologické vzdálenosti stříhaných obrysů

- Šířka vyčnívajících částí a nejmenší šířka štíhlých výstřižků by neměla být menší než $\bar{s} = 1,5s$



Obr. 2.8 Minimální šířka výstřižku

- Zkosit nebo zaoblit rohy na výstřižku



Obr. 2.9 Úprava rohů výstřižku (a) nevhodný tvar, b) vhodný tvar)

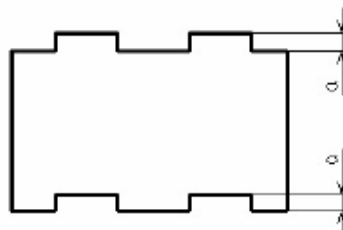
- Je nevhodné volit různé poloměry zaoblení rohů výstřižků



a) nevhodná konstrukce, b) vhodná konstrukce

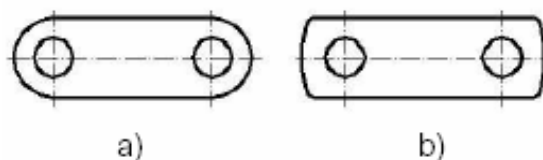
Obr. 2.10 Zaoblení výstřižku

- Nejmenší výška širších výstupků by měla být větší než a^3



Obr. 2.11 Minimální šířka výstupků ($a \geq 1,2s$)

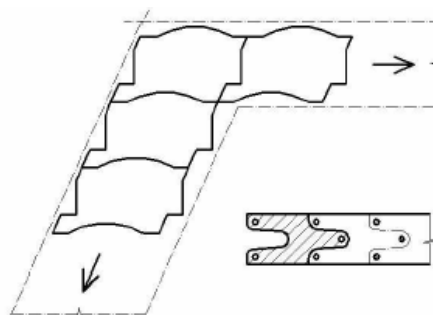
- Volit vhodně koncové poloměry výstřižku



(a) nevhodná konstrukce, b) vhodná konstrukce

Obr. 2.12 Koncové poloměry výstřižků

- Nejvhodnějším vnějším tvarem výstřižku je rovnoběžník, jehož protější strany jsou stejně tvarovány jako negativ a pozitiv. Nejméně vhodný je kruh a rozvětvené výstřižky



Obr. 2.13 Vhodný tvar výstřižku s tvarováním protilehlých stran jako negativ a pozitiv

2.1.7 Nástřihový plán

Nejrozšířenějším hlediskem pro volbu nástřihových plánů je úspora materiálu. Toto hledisko vede k využívání víceřadých nástřihových plánů, k nástřihům šikmým, jednořadým vystřídáním apod. Různé typy nástřihových plánů jsou znázorněny na obr. 2.14. Na obr. a) a b) je patrná volba jedno a dvouřadého stříhání z pásu krokováním bočním odstřihovačem. Na obr. c) je patrné využití tvaru výlisku pro nástřihový plán vystřídáním. Obr. d) ukazuje případ stříhání jedno a víceřadého pro dosažení úspory materiálu. S vyšším využitím plechu víceřadým nástřihem však vzrůstá cena, údržba nástrojů, tonáž lisu a klesá jednotkový čas. Obdobně i stříhání v jedné nebo dvou řadách s obrácením sice spoří 5 až 10 % materiálu, přináší však vyšší náklady na zvláštní úpravy dorazů pro druhou řadu v nástroji a mimoto zvyšuje pracnost při manipulaci s materiálem.

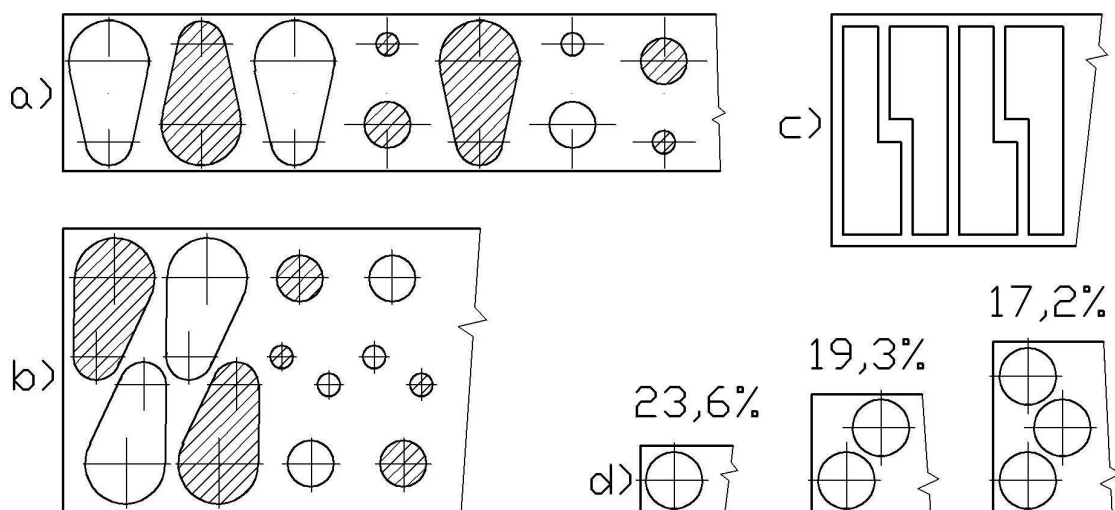
Hospodárnost nástřihového plánu charakterizuje součinitel využití materiálu η :

$$\eta = \frac{S_o}{S_p} \cdot 100 \quad [\%] \quad (1.6)$$

kde:

S_o plocha součástek [mm^2]

S_p plocha polotovaru, ze kterého se součástka vystřihuje [mm^2]



Obr. 2.14 Nástřihové plány: a) Jednořadý nástřihový plán s odstřihovačem
b) Dvouřadý nástřihový plán s odstřihovačem
c) Nástřihový plán vystřídáním
d) Nástřihový plán jedno a víceřadý a příslušné podíly odpadu

Velký význam pro zvýšené využití materiálu má stříhání bez bočních můstek, při zachování přírodních hran pásů a svitků. U řady součástí se při návrhu šířky pásu vychází z volné míry, ke které se přidávají ještě dvě šířky můstku. Udávání volných měr součástí umožňuje stříhat součásti z pásů bez postranních můstek, v případě užších šířkových tolerancí součástí v kombinaci s bočním odstřihovačem, který určuje jednak velikost kroku, tak i upravuje šířku pásu.

2.2 Ohýbání [2] [3]

Ohýbání je technologická operace, při níž ohybová síla způsobí ohybový moment a dochází k trvalé změně tvaru polotovaru. Během ohýbání dochází k pružné a následně plastické deformaci, na něž mají vliv tyto faktory:

- tloušťka materiálu v místě ohybu [mm]
- poloměr ohybu [mm]
- velikost ohybového momentu [Nm]
- orientace ohybu vzhledem ke směru válcování materiálu
- kvalita materiálu

Pro vytvoření trvalého ohybu je nutností namáhání nad mez kluzu (způsobení plastické deformace). Překročení meze pevnosti má ale za následek porušení soudržnosti tvářeného materiálu. Při konstrukci nástrojů přikládáme zvláštní pozornost také odpružení materiálu při ohýbání.

2.2.1 Průběh ohýbání

Při ohýbání se materiál na vnější straně ohybu natahuje a na vnitřní straně stlačuje, proto je třeba, aby hrana ohybu ležela napříč vláken ohýbaného materiálu. Na rozhraní natahované a stlačované vrstvy je tzv. neutrální vrstva, jejíž délka se tvářením nemění. Tato plocha je důležitá pro zjišťování délky výchozího polotovaru.

U velkých poloměrů ohybu (kdy $R \geq 12 \cdot s$) se předpokládá, že neutrální vrstva je uprostřed tloušťky a její polohu tedy vypočítáme:

$$\rho = R + \frac{s}{2} \quad [\text{mm}] \quad (2.1)$$

kde:

- ρpoloměr neutrální plochy [mm]
- Rpoloměr ohybu [mm]
- stloušťka plechu [mm]

U menších poloměrů se vlivem působení napětí a deformace neutrální plocha posouvá směrem ke stlačujícím se vláknům a její polohu určíme ze vztahu:

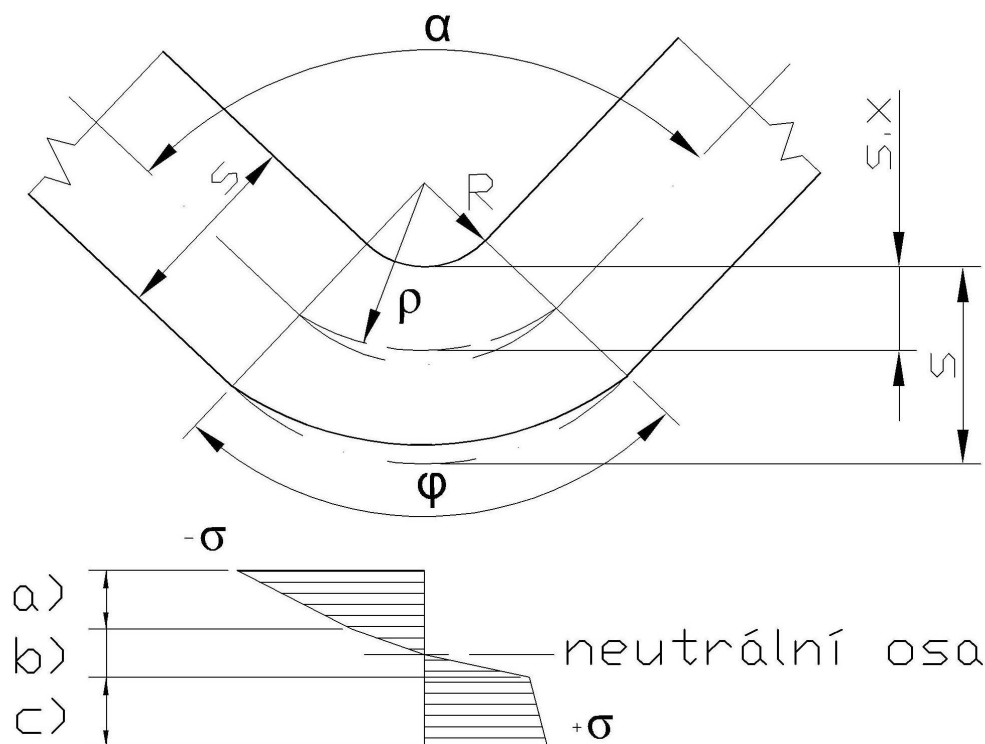
$$\rho = R + x \cdot s \quad [\text{mm}] \quad (2.2)$$

kde:

- ρpoloměr neutrální plochy [mm]
- Rpoloměr ohybu [mm]
- stloušťka plechu [mm]
- xsoučinitel polohy neutrální plochy (je funkcí R_0/s viz. tab.1)

R_0/s	0,1	0,25	0,5	1	2	3	4	5	6	8	10	15	20
x	0,32	0,35	0,38	0,42	0,455	0,47	0,475	0,478	0,48	0,484	0,486	0,492	0,498

Tab. 1 Součinitel polohy neutrální plochy



Obr. 2.15 Schéma ohýbání

- a) trvalá deformace stlačení
b) pružná deformace
c) trvalá deformace natažení

2.2.2 Minimální poloměr ohybu

Materiál můžeme pružně plasticky ohýbat až do minimálního poloměru ohybu $R_{\min}$. Pokud bychom poloměr zmenšili, došlo by vlivem velkého napětí na vnější straně ohybu k porušení materiálu. Minimální poloměr ohybu určíme z tabulek, které jsou zpracovány pro různé materiály, a to jak pro ohyb napříč vlákny, tak i pro ohyb podél vláken. Jinak minimální poloměr ohybu napříč vlákny počítáme podle vzorce:

$$R_{\min} = \frac{s}{2} \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon_m} - 1 \right) = c_m \cdot s \quad [\text{mm}] \quad (2.3)$$

Pro ohyb podél vláken se volí dvojnásobek:

$$R_{\min} = 2 \cdot c_m \cdot s \quad [\text{mm}] \quad (2.4)$$

kde:

s.....tloušťka materiálu [mm]

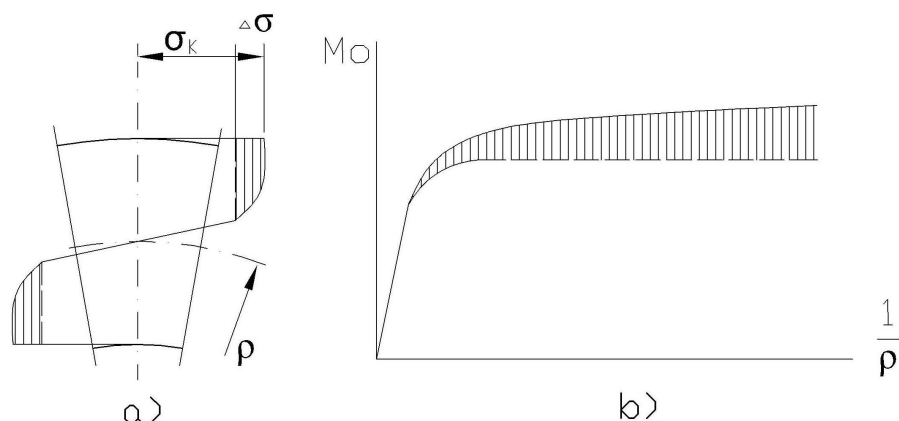
ε_mmaximální poměrné přetvoření [%]

c_msoučinitel závislý na druhu materiálu

x.....součinitel polohy neutrální plochy závislý na poloměru ohybu a tloušťce plechu

2.2.3 Zpevnění ohýbaného materiálu

Při deformování materiálu za studena roste jeho mez kluzu v závislosti na velikosti deformace. To znamená, že roste i napětí v krajních vláknech ohýbaného materiálu a tím i odpor proti ohnutí. Rostoucímu deformačnímu odporu odpovídá vzrůst ohybového momentu. Tento přírůstek napětí $\Delta \sigma$ je vyjádřen šrafovanou plochou na obr. 2.16 a) a zvětšení ohybového momentu M_0 šrafovanou plochou na obr. 2.16 b), který znázorňuje závislost ohybového momentu na zakřivení ohýbaného materiálu $1/\rho$. Čárkovaně je znázorněno napětí a ohybový moment bez zpevnění, plné čáry se zpevněním.



Obr. 2.16 a) Zpevnění ohýbaného materiálu b) Růst ohybového momentu

2.2.4 Pružení při ohýbání

Přestaneme-li na ohýbanou součást působit silou, projeví se snaha materiálu vrátit se částečně zpět o úhel pružení. Jakmile ohybový moment klesne na 0, změní se poloměr ohybu z ρ' na ρ a úhel α' na α , viz obr. 2.17. Odpružení je možno vyloučit změnou úhlu ohybu o vypočítanou hodnotu odpružení, vytlisováním vyztužujících žeber, zpevněním materiálu v místě ohybu (kalibrace) apod. Odpružení pro ohýbání úzkých pásů lze vyjádřit vzorcem:

$$\alpha - \alpha' = \frac{M \cdot l}{E \cdot I} \quad [^\circ] \quad (2.5)$$

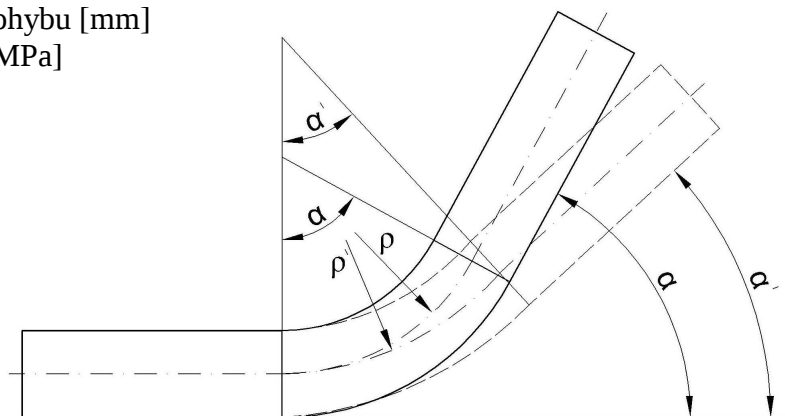
kde:

Imoment setrvačnosti ohýbaného průřezu [mm^4]

ldélka středního oblouku ohybu [mm]

Emodul pružnosti v tahu [MPa]

M ...ohybový moment [Nm]



Obr. 2.17 Pružení při ohýbání

Velikost pružení je ovlivněna:

- tloušťkou ohýbaného materiálu
- konstrukcí ohýbadla
- velikostí úhlu otevření
- mechanickými vlastnostmi ohýbaného materiálu
- poměrem poloměru ohýbadla k tloušťce materiálu R/s (malé R/s = malé pružení)

Pro ohýbání do tvaru V platí:

$$\operatorname{tg} \beta = 0,375 \cdot \frac{l \cdot Re}{k \cdot s \cdot E} \quad (2.6)$$

Pro ohýbání do tvaru U platí:

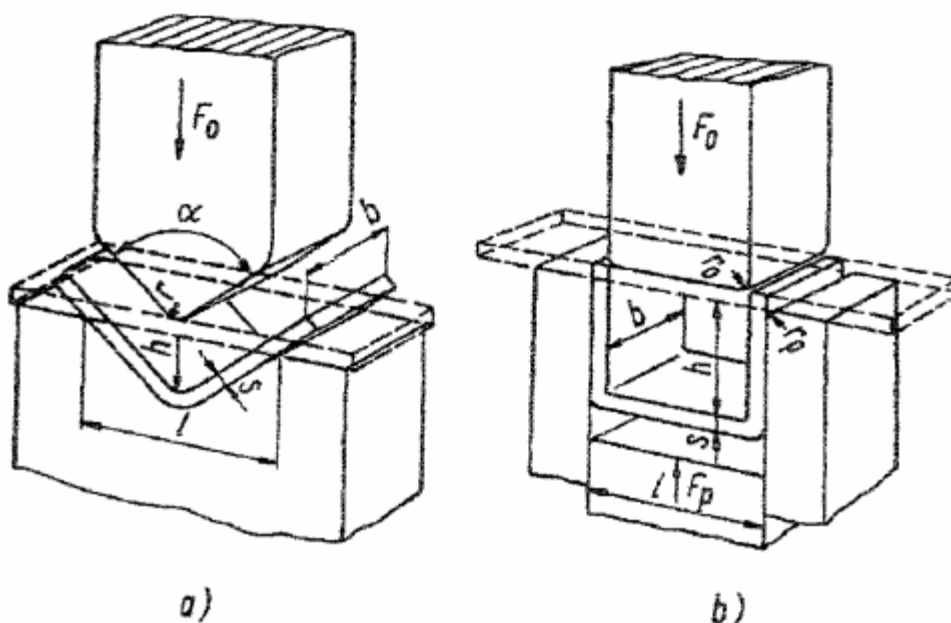
$$\operatorname{tg} \beta = 0,75 \cdot \frac{l_m \cdot Re}{k \cdot s \cdot E} \quad (2.7)$$

kde:

- βúhel odpružení [°]
 lvzdálenost ohýbacích hran [mm]
 l_mrameno ohybu ($l_m = r_0 + r_p + 1,2 \cdot s$)
 Re ...mez kluzu [MPa]
 Emodul pružnosti v tahu [MPa]
 stloušťka ohýbaného plechu [mm]
 kkoeficient závisící na R/s (viz. tab.2)

R/s	0,1	0,25	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	15,0	20,0
k	0,68	0,65	0,62	0,58	0,54	0,53	0,52	0,52	0,52	0,51	0,51	0,5	0,5

Tab. 2 Součinitel k pro výpočet úhlu odpružení



Obr. 2.18 Schéma ohýbání: a) do tvaru V, b) do tvaru U

2.2.5 Ohýbací síla a práce

Síla potřebná pro ohyb závisí na použitém způsobu ohýbání viz. obr. 2.18. Ohýbací síla F'_0 pro ohýbání do pravého úhlu se při minimálním poloměru ohybu [$r = (0,8 \div 3) \cdot s$] určí podle vzorce:

$$F'_0 = \frac{Rm \cdot b \cdot s^2}{100 \cdot l} \quad [\text{kN}] \quad (2.8)$$

Skutečná ohýbací síla F_0 bude se zřetelem na rovnání a kalibrování materiálu větší, proto skutečnou ohýbací sílu určíme:

$$F_0 = (1,5 \div 2) \cdot F'_0 \quad [\text{kN}] \quad (2.9)$$

Ohýbací síla pro ohýbání součásti do tvaru U se stanoví:

$$F_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{Rm \cdot b \cdot s^2}{100} \quad [\text{kN}] \quad (2.10)$$

kde:

Rm ...mez pevnosti v tahu [MPa]
 bšířka součásti [mm]
 stloušťka ohýbaného plechu [mm]
 ldélka ohybnice [mm]

Ohýbací práce se stanoví:

$$A_0 = m \cdot F_0 \cdot h \quad [\text{J}] \quad (2.11)$$

Při použití přidržovače je ohýbací práce:

$$A_0 = m \cdot (F_0 + F_p) \cdot h \quad [\text{J}] \quad (2.12)$$

kde:

F_0síla přidržovače [kN]
 hhloubka ohybnice [mm]
 mopravný koeficient [-]

2.2.6 Výpočet délky neutrální plochy v místě ohybu

$$l_0 = \frac{\pi \cdot \varphi}{180} \cdot \rho \quad [\text{mm}] \quad (2.13)$$

kde:

φ úhel ohybu [°]
 ρ poloměr neutrální osy [mm]
 l_0délka neutrální plochy [mm]

2.2.7 Jakost a přesnost při ohýbání

Jakost povrchu výlisku při ohýbání výlisku závisí:

- na jakosti povrchu výchozího materiálu
- na geometrii ohýbací čelisti
- na velikosti mezery mezi stěnami pracovních částí ohýbadel
- na různé tloušťce výchozího materiálu
- na způsobu mazání
- na drsnosti povrchu ohýbadla (o jednu až dvě třídy nižší než drsnost povrchu ohýbaného materiálu)

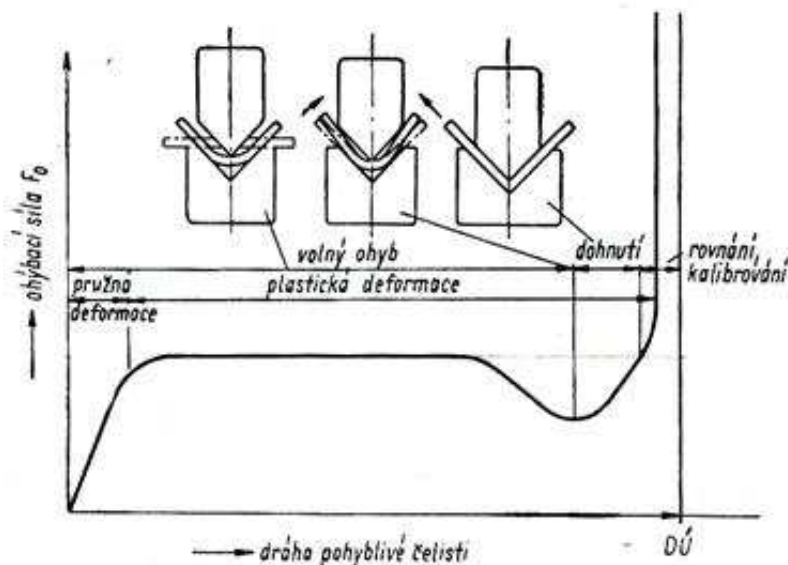
Přesnost při ohýbání v ohýbadle závisí:

- na tvaru a rozměru ohýbané součásti
- na stejnorodosti mechanických vlastností výchozího materiálu
- na různé tloušťce ohýbaného materiálu
- na počtu ohybů (součást zhotovují najednou, nebo po několika ohýbacích operacích)
- na druhu ohýbadla a jeho přesnosti
- na tom, zda zařadíme kalibraci po ohýbání
- na přesnosti ustavení ohýbadla na pracovním stroji

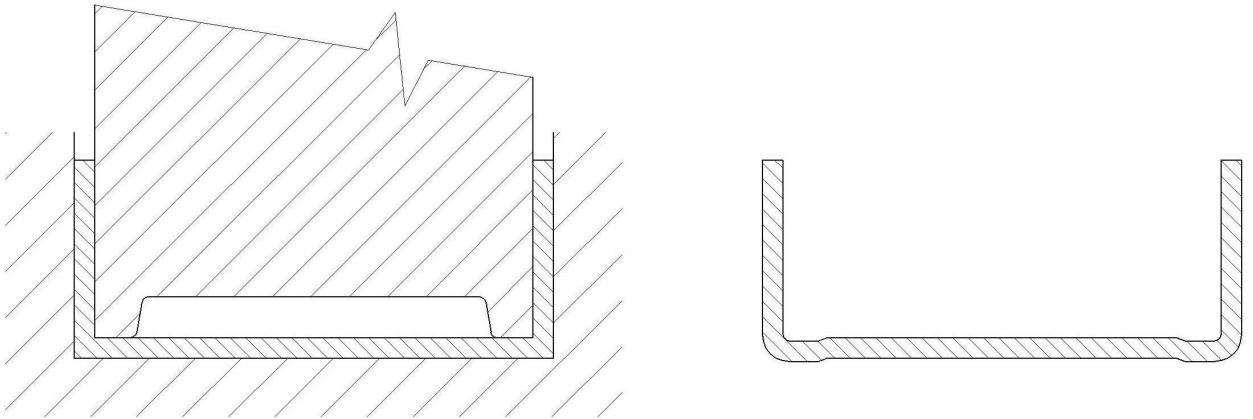
Při předepisování tolerancí výlisků zhotovených ohýbáním postupujeme obdobným způsobem jako při vystřihování. U pevných čelistí, které jsou vystaveny většímu opotřebení než u čelistí pohyblivých, volíme větší přídavek na opotřebení.

2.2.8 Kalibrace ohybu [10] [11]

Pro zkalibrování místa ohybu zvětšíme lisovací sílu na konci lisovacího cyklu, dochází k místní plastické deformaci v místě ohybu a hodnota odpružení se snižuje, až případně vymizí úplně.



Obr. 2.19 Průběh ohýbací síly v závislosti na dráze ohybníku



Obr. 2.20 Kalibrovací nástroj a kalibrovaná součást

Kalibrovací síla:

$$F_k = S \cdot p \quad [\text{N}] \quad (2.14)$$

kde:

S.....kalibrovaná plocha polotovaru [mm^2]

p.....měrný tlak pro kalibraci [MPa]

Měrný tlak pro kalibrování ohybů se pohybuje mezi 30 – 150 MPa dle druhu materiálu. Například pro Al do tloušťky 10 mm je tlak 30 – 60 MPa, pro mosaz do tloušťky 10 mm je tlak 60 – 100 MPa a pro ocel třídy 12 do tloušťky 10 mm je tlak 820 – 1050 MPa.

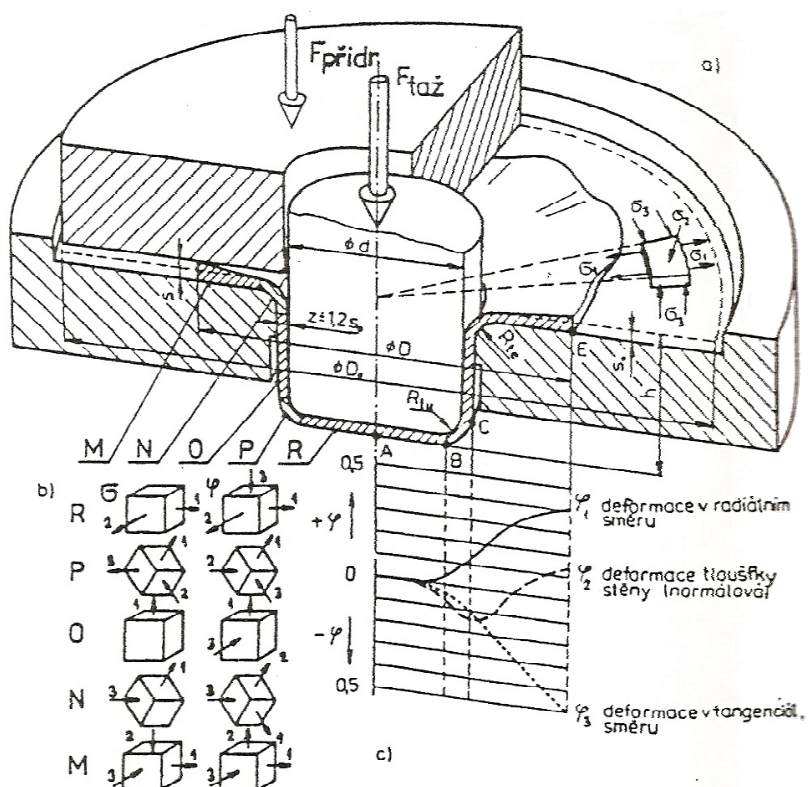
2.3 Tažení [5] [6]

Tažení plechu je technologický proces tváření, při kterém se z rovinného přístříhu plechu zhotoví v jedné nebo více operacích výtažky jednoduchého rotačního tvaru, hranaté výtažky a složité nesymetrické tvary součástí. Pro technologii tažení se z tvářecích strojů používají nejčastěji mechanické lisy jednočinné i vícečinné, lisy postupové a v některých případech i lisy hydraulické a speciální zařízení. V zásadě lze rozdělit proces tažení na “tažení bez zeslabení stěny” a “se zeslabením stěny” výtažku, dále na tažení jednooperační a víceoperační v případě výroby složitějšího výlisku nebo součásti s velkým stupněm přetvoření.

2.3.1 Analýza tažení válcového výtažku

Princip tažení válcového výtažku s přidržovačem s vyznačenými schémata hlavních napětí (σ_1 , σ_2 , σ_3) a průběhem logaritmické deformace (φ_1 , φ_2 , φ_3). Z uvedeného obrázku vyplývá, že σ a φ se mění v různých částech výtažku, přičemž se mění současně i jejich velikost. V přírubě výtažku (oblast M) vzniká vlivem přidržovače prostorová napjatost. Na poloměru tažnice R_{te} (oblast N) vzniká prostorová napjatost s největším radiálním tahovým napětím σ_1 a malým tangenciálním tlakovým napětím σ_3 . Ve válcové části výtažku (oblast O) existuje pouze jednoosá tahová napjatost a prostorový stav deformace v oblasti příruby se zde

mění na rovinný stav. V místě výtažku, nacházejícího se v přechodu válcové části ve dno (oblast P), je prostorová nestejnorodá napjatost, jenž způsobuje značné prodloužení a tím ztenčení tloušťky stěny výtažku. V této oblasti dochází nejčastěji k utržení dna. Ve dně výtažku (oblast R) vniká během tažení rovinná tahová napjatost a prostorový stav deformace. V případě jednooperačního tažení je zeslabení stěny dna výtažku zanedbatelná. Při víceoperačním tažení dochází k intenzivnímu zeslabení dna.



Obr. 2.21 Tažení válcového výtažku a) schéma nástroje
b) hlavní napětí $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$
c) průběh přetvoření $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$

2.3.2 Technologické parametry tažení válcových výtažků

K vytvoření kvalitního výtažku s požadovanou přesností je nutné dodržet optimální technologicko – konstrukční parametry v procesu tažení. Volba vhodného plechu, maziva a typu lisu je nezbytná.

2.3.3 Tažení bez ztenčení stěny

Zda táhnout bez přidržovače nebo s přidržovačem vyplývá z empirických vztahů ověřených praxí, např.:

- podle Freidlinga z poměrné tloušťky

$$\Delta s = (s / D_0) \cdot 100 \quad [-] \quad (3.1)$$

kde:

D_0průměr přístřihu [mm]

stloušťka taženého materiálu [mm]

Je-li Δs menší než 1,5, je nutný přidržovač. Když Δs je větší než 2 lze táhnout bez přidržovače. V případě $\Delta s = 1,5$ až 2 je nutné způsob tažení ověřit.

- Šofman doporučuje zkontrolovat potřebu přidržovače podle podmínky:

$$D_0 - d \leq 18 \cdot s_0 \quad (3.2)$$

kde:

D_0průměr přístřihu [mm]

dprůměr výtažku [mm]

stloušťka taženého materiálu [mm]

Je-li uvedená podmínka splněna, lze táhnout bez přidržovače.

- výpočet podle normy ČSN 22 7301. Součinitel, určující nutnost použití přidržovače se vypočítá ze vztahu:

$$kp = 50 \cdot \left(z - \frac{\sqrt{s}}{\sqrt[3]{D}} \right) \quad (3.3)$$

Je-li $kp \geq \frac{100 \cdot d_1}{D}$ - je nutné použít přidržovač

Je-li $kp < \frac{100 \cdot d_1}{D}$ - není nutné použít přidržovač

kde:

k_psoučinitel určující nutnost použití přidržovače

zmateriálová konstanta (hlubokotažný plech $z = 1,9$)

stloušťka materiálu [mm]

Hlubokotažné plechy tloušťky do 0,5 mm se táhnou vždy s přidržovačem. Síla přidržovače se stanoví ze vztahu:

$$F_p = S_p \cdot p_p \quad [N] \quad (3.4)$$

kde:

S_pčinná (funkční) plocha pod přidržovačem [mm²]

p_pměrný přidržovací tlak [MPa] (viz tab.3)

Materiál	[MPa]
Hlubokotažný plech	2 až 3
Nerezový plech	2 až 5
Měděný plech	1,2 až 1,8
Mosazný plech	1,5 až 2
Hliníkový plech	0,8 až 1,2

*Tab. 3 Doporučené hodnoty
měrných tlaků přidržovače*

V praxi se skutečný tlak přidržovače nastaví tak, aby se nevytvořilo zvlnění nebo trhliny na výlisku. Při tažení na dvojčinných lisech s přidržovačem je důležité nastavení nejmenší možné mezery pro danou tloušťku plechu, aby se přístřih pod přidržovačem nezadíral.

Tažná síla:

$$F_t = O_t \cdot s \cdot R_m \cdot c \quad [\text{N}] \quad (3.5)$$

kde:

R_mmez pevnosti v tahu [MPa]

stloušťka plechu [mm]

O_tobvod tažené hrany [mm]

csoučinitel závislý na součiniteli tažení

Celková síla:

$$F_c = F_t \cdot F_p \quad [\text{N}] \quad (3.6)$$

kde:

F_ttažná síla [N]

F_psíla přidržovače [N]

Tažná práce:

$$A = \frac{F_c \cdot h \cdot C}{1000} \quad [\text{J}] \quad (3.7)$$

kde:

F_ccelková síla [N]

hvýška výstřižku [mm]

Csoučinitel zaplnění diagramu (pro tažení bez kalibrování $C = 0,66$)

Síla na ostřížení příruby:

$$F_{sp} = O_s \cdot s \cdot \tau_s \cdot n \quad [\text{N}] \quad (3.8)$$

kde:

O_sobvod stříhaného průřezu [mm]

stloušťka plechu [mm]

τ_smez pevnosti ve stříhu [MPa]

nsoučinitel otupení

Součinitel tažení:

Součinitel tažení nám určuje na kolik tahů je součást zhotovitelná. Na velikost součinitele tažení má vliv druh a kvalita plechu, jeho tloušťka, geometrie funkčních částí tažníku a tažnice, podmínky tažení, druh technologie apod.

$$m_n = \frac{d_n}{d_{n-1}} \quad [-] \quad (3.9)$$

kde:

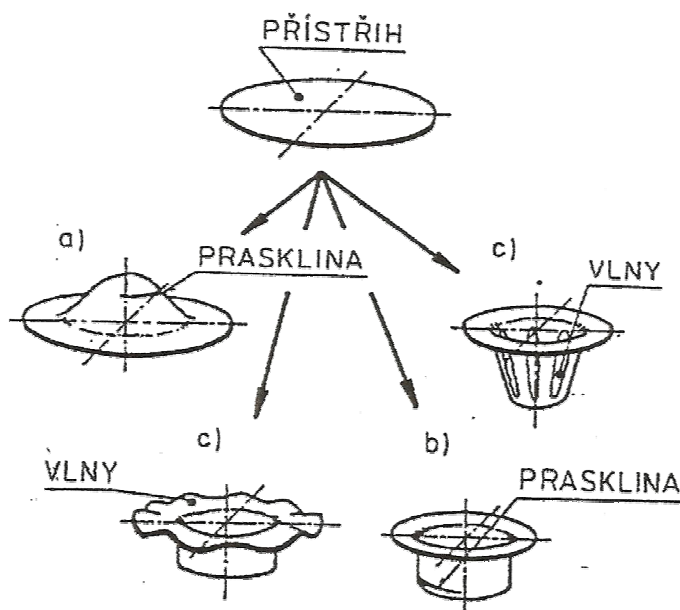
d_nprůměr vytažené součásti [mm]

d_{n-1} ... průměr vytažené součásti v předchozím tahu [mm]

2.3.4 Vady výtažků

Vady výtažků se mohou objevit v těchto podobách:

- lokalizace deformace, kdy v nejvíce deformované oblasti výtažku dojde k tvárnému lomu v důsledku vyčerpání zásoby plasticity materiálu
- porušení výtažku vznikem praskliny, která byla způsobena překročením meze pevnosti plechu v tahu
- zvlnění plechu na plášti resp. na přírubě výtažku jako projev nestability procesu plastické deformace při působení tlakových napětí
- výskyt povrchových vrásek na výtažku
- zadírání při styku nástroje s plechem u některých dvojic materiálu např. ocel-hliník
- nedodržení tvarové a rozměrové přesnosti
- nejběžnější vady výtažků jsou:
 - a) vlny na plášti nebo na přírubě - vlny I.a II. druhu
 - b) povrchové vrásky
 - c) zadírání – při styku nástroje a plechu
 - d) tvarová a rozměrová přesnost výtažku



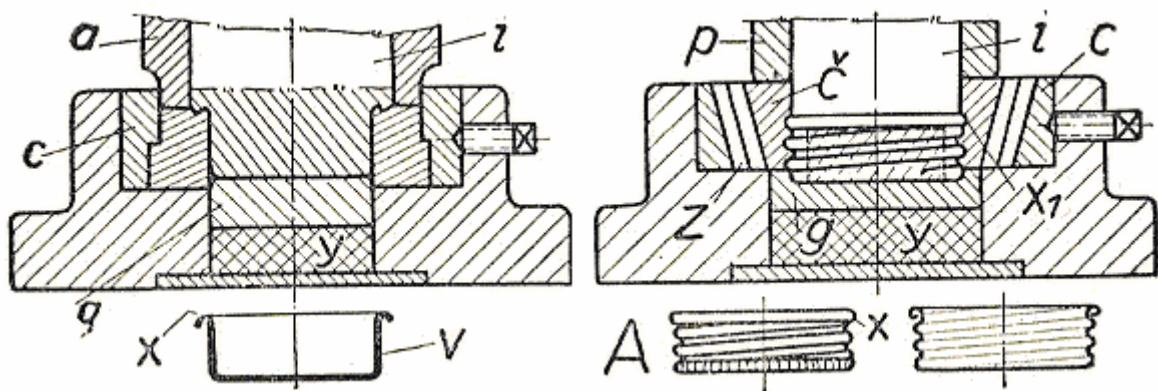
Obr. 2.22 Vady výtažků

2.4 Tváření závitů

Principem výroby závitů je vytváření šroubovitě drážky na základní válcové ploše. Drážky můžeme vyrábět obráběním (odstraňováním materiálu ze závitové drážky), nebo tvářením (vytlačováním materiálu ze závitové drážky).

2.4.1 Lisování závitů na výtažcích [9]

Malé závity na výtažcích (víčka na skleněné lahve) lze razit na lise nástrojem podle obr.2.23. Pod vyhazovačem **g** je gumová destička **y**, která vysunuje výlisek z matrice **c**, aby mohl odpadnout vlastní vahou nebo být odhozen proudem vzduchu. Nástroj na ražení závitu pracuje na dvoutažném lisu. Do výtažku se vloží malý gumový váleček a spolu se vloží mezi dvě čelisti **č**. (Tyto válečky jsou v zásobě, aby se práce nezdržovala stálým vkládáním a vyjímáním jednoho) Čelisti se složí k výtažku a zasunou do drážek **z** v matrici **c**, aby byly stále v určité poloze vzhledem k razníku **i**. Jsou rozevřeny, nezajedou tedy příliš hluboko po **c** a leží na destičce **g**, která je zvedána gumou **y**. Přidržovač **p**, ovládaný beranem lisu zatlačí čelisti do matrice a současně již razník **i** tlačí na gumovou vložku ve výtažku. Tím docílíme dokonalého vymáčknutí závitu, neboť stěna výtažku je zatlačena do závitu kalených čelistí **č**.



Obr. 2.23 Ražení závitu na výtažku

2.5 Maziva [10]

Mazivo je důležitým prostředkem v procesech technologie tváření. Bez vhodného maziva by většina tvářecích procesů nebyla uskutečnitelná. Na jeho složení, vlastnostech a použití záleží životnost tvářecích nástrojů, povrchové vlastnosti tvářených materiálů a velikost tvářecí práce.

2.5.1 Požadavky na vlastnosti maziv

Dobré mazivo má mít hlavně schopnost:

- vytvářet únosné mazací filmy nebo filmy s optimálním koeficientem tření
- nekorozivní

- nevyvolávat barevné změny na povrchu kovů
- nevytvářet lepivé plochy
- po použití snadno odstranitelné z povrchu kovu
- být fyziologicky nezávadné
- ekologické
- tepelné stálé, aby v rozsahu teplot vznikajících při tvářní neztrácelo potřebné vlastnosti

2.5.2 Rozdělení maziv

a) kapalná maziva

- ropné, syntetické, živočišné a rostlinné oleje bez přísad i s přísadami, nebo s přídavkem tuhých maziv, ale i emulze, hlavně typu “olej ve vodě” a vodné roztoky sodných a draselných mýdel

b) plastická maziva

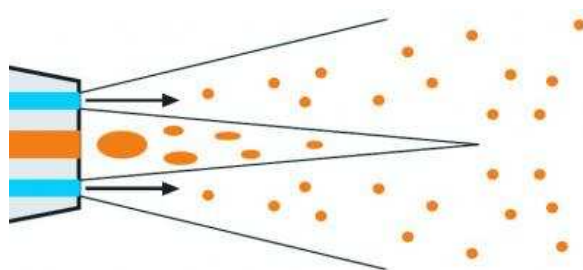
- v případě, kdy se požaduje velká mazací schopnost se používají měkká maziva

c) tuhá

- tuhých maziv se používá tehdy, kdy je žádoucí velmi únosný mazací film a nejsou kladeny zvláštní nároky na odvod tepla

2.5.3 Mazání mlhou [11]

Mazání mlhou je efektivní způsob, kterým kromě mazání docílíme i chladicího efektu. Hubice ze které proudí vzduch strhávající s sebou mikročástice oleje (Obr. 2.24) se namíří přímo na problematické místo, které je nutné mazat, nebo lze rozprašovat na širokou oblast tvářeného materiálu nebo nástroje.



Obr. 2.24 Hubice trysky na mazání mlhou

2.6 Lisovací nástroje [4]

2.6.1 Rozdělení lisovacích nástrojů

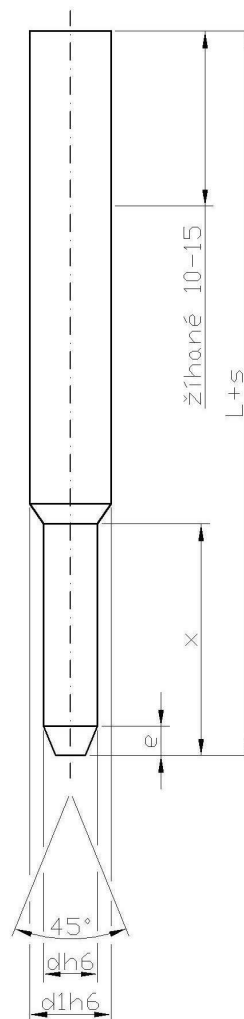
Při výrobě lisovaných součástí se konají různé pracovní úkony, například děrování, vystřihování, ohýbání, tažení, protlačování aj. V kusové a malosériové výrobě se pro tyto práce používají ruční nebo strojní univerzální lisovací nástroje. V sériové a hromadné výrobě se používají speciální lisovací nástroje, tj. nástroje pro určitý druh výrobku nebo práce. Podle počtu pracovních úkonů při jednom zdvihu dělíme lisovací nástroje na:

- jednoduché – pro jeden pracovní úkon, např. děrování
- postupové – pro dva nebo více pracovních úkonů stejného druhu vykonaných stejným nástrojem za sebou, např. děrování a stříhání

- c) sloučené – pro zhotovení výlisku najednou, sloučením několika pracovních úkonů stejného druhu v jednom nástroji, např. současné děrování a stříhání
- d) sdružené – nástroje postupové nebo sloučené pro provádění pracovních úkonů různého druhu, např. vystřihování a tažení, děrování, stříhání a ohýbání apod.

2.6.2 Hledáčky (přímé a nepřímé středění)

Hledáčky jsou pomocné polohovací elementy nástrojů, které bezprostředně před lisovací operací upřesní polohu výstřižku a tuto polohu udržují během lisovací operace. Hledáčky opraví úchytky a zabezpečí správnou vzájemnou polohu se zřetelem na předcházející a následující krok. Hledáčky se kuželovitou částí a pak válcovitou částí zasouvají do otvorů předem předstřižených a bočním tlakem posunou materiál do požadované polohy. Středit je nutno ještě před dosednutím střižníků na pás. Podle funkce otvorů používaných pro hledáčky je středění přímé a nepřímé. Příklad konstrukce hledáčku je na Obr.2.25.



Obr. 2.25 Konstrukce hledáčku

Přímé středění

Hledáčky zapadají do předstřižených otvorů. Pro daný výlisek jsou tyto otvory funkční. Používá se tam, kde není nebezpečí, že se zasunutím hledáček poškodí otvory výlisků.

Nepřímé středění

Používá se u výlisků, které mají otvory příliš malé, blízko sebe, tam kde by mohlo dojít k deformaci výlisku nebo tam kde otvory nejsou vůbec. Středící otvory pro hledáčky jsou vystřiženy mimo výlisek v odpadové části materiálu. Lze použít hledáček větších rozměrů. Výška válcové části náběhu se volí obvykle 0,75 tloušťky stříhaného materiálu, nejméně však 1,5 mm. Délky hledáček odpovídají délkám střižníků, zvětšeným o tloušťku materiálu.

2.6.3 Vodící stojánky

Vodící stojánky jsou normalizovány. Základní deska vodícího stojánku nahrazuje základovou desku střížné skříně a střížnice se na ni upevňuje pomocí šroubů nebo kolíků. Vedení se používá kluzné, valivé příp. válečkové.

Kluzné vedení

Má velkou vodící plochu. Používá se tam, kde je počet zdvihů menší než 250 min⁻¹. Pouzdro je zhotoveno z litiny nebo oceli.

Kuličkové vedení

Používá se tam, kde nestačí kluzné vedení. Např. u rychloběžných lisů, které mají veliký zdvih a u nichž je požadovaná vysoká přesnost. Kuličky jsou uspořádány ve šroubovici a každá kulička má svoji dráhu. Výhodou jsou lehkost chodu, žádné oteplení, téměř nulové opotřebení, přesnost chodu, žádná údržba, lehká manipulace. Kuličková klec je zhotovena z hliníku, mosazi nebo umělých hmot. Nevýhodou je, že při středním a velkém zatížení se musí volit velký počet kuliček což je neekonomické.

Válečkové vedení

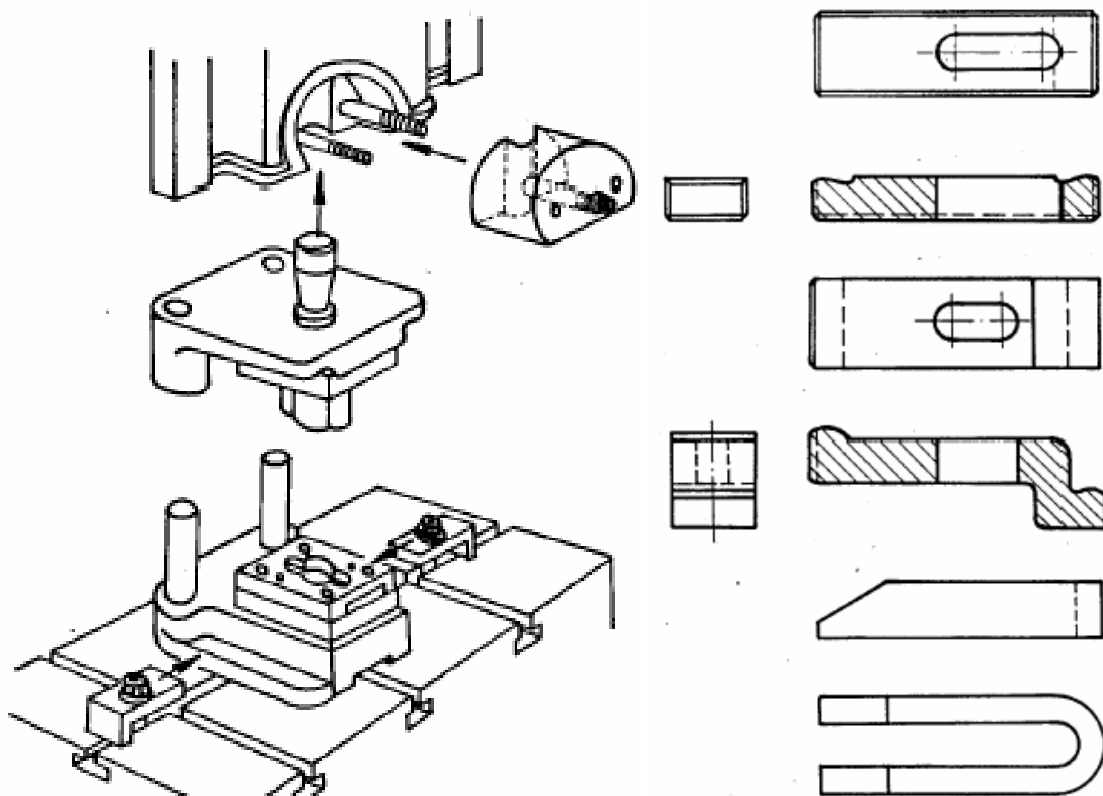
Jedná se o nejpřesnější vedení, při kterém dochází k přímkovému styku válečku s oběžnou dráhou příčně ke směru pohybu. Je výrobně náročnější, protože odvalovací plochy musí být dokonale paralelní. Výhodou je velká zatížitelnost, dlouhá životnost, vysoká přesnost chodu a malé tření. Nevýhodou je vysoká cena.

2.6.4 Stopky

Horní část lisovacího nástroje se upevňuje k beranu lisu upínacími stopkami pevně nebo rozebíratelně spojenými s upínací deskou hlavice nebo deskou vodícího stojánku. Pro lisování nástroje se používá některého z osmi provedení stopek podle normy ČSN 226264.

2.6.5 Upínání nástrojů

Upínání nástroje se provádí ve spodní části za základovou desku stojánku ke stolu lisu pomocí upínek (Obr.2.26 vpravo). Horní část nástroje se upíná u malých stříhadel pouze za stopku do otvoru v beranu (Obr.2.26 vlevo), u větších nástrojů se rovněž používají upínky. Podobně je to u nástrojů bez vodícího stojánku, kde však základová deska je přímo součástí střížné skříně.



Obr. 2.26 Upínání nástrojů

2.6.6 Dorazy

Správně konstruovaný a vhodně volený doraz ovlivňuje příznivě plynulý a hladký chod nástroje i jeho životnost.

Podle konstrukčních znaků se dorazy dělí na:

- a) pevné dorazy
- b) zpětné dorazy
- c) dorazy pro lisování bez odpadu
- d) načínací dorazy
- e) dorazy s rozstřihováním přepážky odpadu
- f) odstřihovací dorazy
- g) výškové dorazy

Funkce dorazu a zásady pro konstrukci:

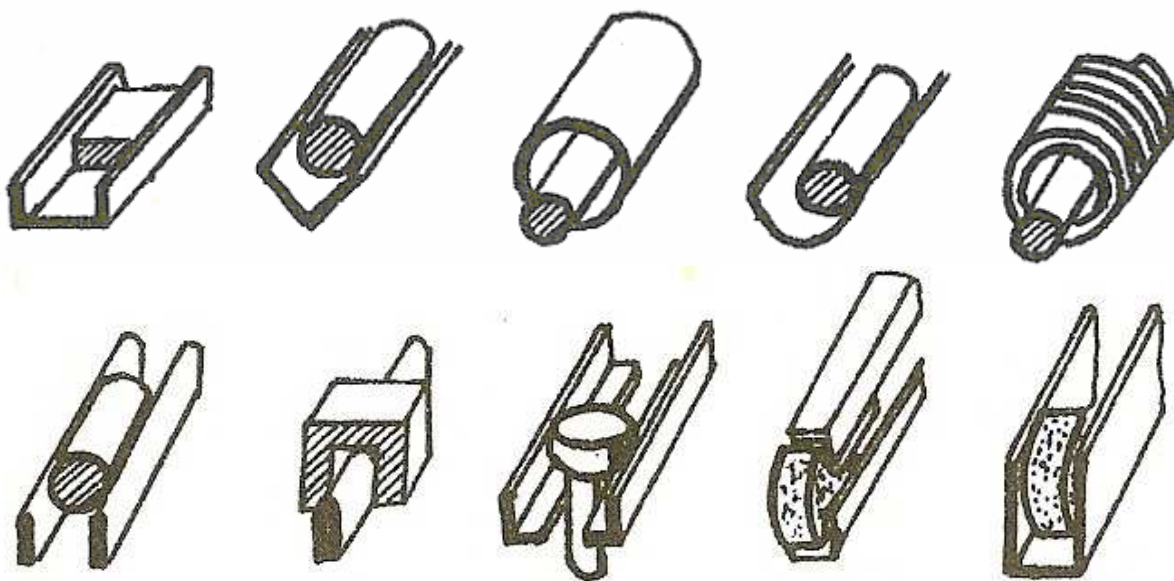
- a) doraz musí zastavit a ve správné poloze zajistit posouvání pás před dosednutím střížníků na pás
- b) doraz nesmí překážet posuvu materiálu ve vedení nástroje
- c) doraz musí zaručit nejmenší spotřebu materiálu a nejmenší procento zmetků
- d) konstrukce dorazu musí být provedena s náležitou bezpečností, aby se doraz neulomil působením setrvačné síly při posouvání hlavně tlustých plechů
- e) dorazy je nutno umístit v místě, kde je přepážka mezi výstřížky nebo část pásu, na které se doráží, dostatečně pevná
- f) příslušenství dorazu nesmí tvořit na vnější straně nástroje volně přístupná a nebezpečná střížná nebo tlačná místa, v nichž by při posuvu nebo přidržování materiálu mohlo dojít k úrazu

2.7 Automatizace výroby [1]

Automatizované pracoviště je ekonomicky nejúčinnější v případě, kdy se nám podaří vytvořit ucelený, komplexní systém. To znamená systém řešící automatizovaným způsobem nejen zajištění vlastní technologické operace (včetně mezioperační manipulace), ale také takový systém, který je propojený se svými periferiemi (sklady, mezisklady, expedicí, navazujícími technologiemi, atd.) Propojení takového výrobního systému je ve většině případů řešeno pomocí různých druhů transportních zařízení. Zde je nutno mít na zřeteli, že i takový prostředek jako je skluz, může velmi dobře plnit roli automatizačního prostředku, pokud je vhodně začleněn do automatizované soustavy.

2.7.1 Transportní zařízení – skluzy

Skluzy jsou zařízení, po kterých se součásti smýkají (k tomu musí mít rovnou plochu), nebo valí (pokud jsou schopny symetrického otáčení). Je-li pro vyvolání pohybu využito gravitace, mluvíme o skluzech nebo valivých tratích gravitačních, je-li součást tažena nebo posouvána řetězem, mluvíme o dopravnících s vlečným řetězem s unašeči. Příklady různých typů skluzů, používaných v automatizovaných systémech jsou uvedeny na obrázku níže.

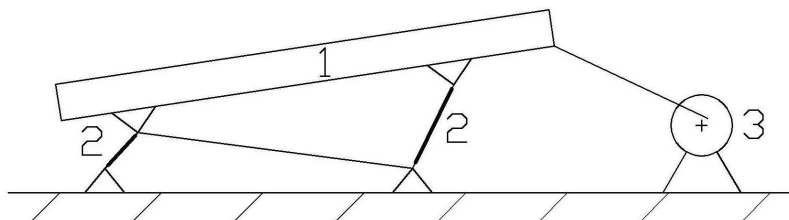


Obr. 2.27 Příklady různých typů skluzů

2.7.2 Dopravníky

Není-li k dispozici potřebný spád pro gravitační skluz, nebo vyžadujeme-li aby součásti byly u dalších strojů připraveny ve zcela přesných časových úsecích, mohou se pro tento účel použít dopravníky s vlečným řetězem, u nichž jsou součásti posouvány pomocí unašeče taženého řetězem. Tyto dopravníky jsou využívány např. u automatizované montáže větších dílů a celků a v této formě jsou známy jako dopravníky vozíkové, linkové nebo podlahové. Dopravníky mohou být též doplněny o výhybky a automatické nastavování místa určení.

Specifickým typem dopravníku je tzv. dopravník vibrační (obr.2.28) u nějž se jedná o kombinaci vodorovného nebo mírně skloněného žlabu s poháněcím ústrojím. Žlab je uložen na několika pružinách (2) se sklonem o jistý úhel. Klikové ústrojí (3) vyvíjí ve spojení s pružinami dvousměrně vratný pohyb, jímž jsou součásti vrhány vpřed vždy o malou vzdálenost. Protože součásti po žlabu nekloužou, dochází jen k malému opotřebení žlabu tyto dopravníky jsou proto velmi vhodné k dopravě horkých, korozivních nebo abrazivních materiálů.



Obr. 2.28 Vibrační dopravník

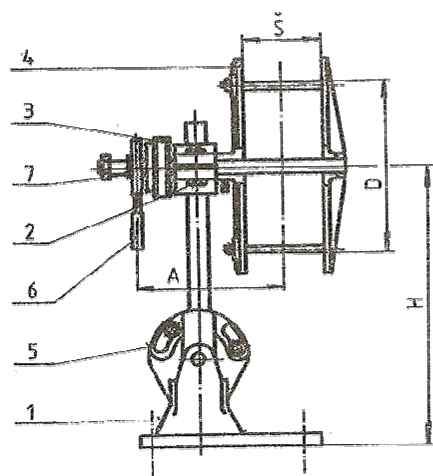
2.7.3 Podavače, podávací zařízení

Automatizované podávací zařízení je možno podle určení a konstrukce rozdělit do následujících základních skupin:

- a) **podávací zařízení kontinuální** - Je používáno tam, kde se zpracovává materiál ve tvaru svitku nebo pásů (eventuelně pruhů a tyčí) a není nutno zajišťovat individuální manipulaci s jednotlivými kusy - v mnoha případech jako nosiče součástí slouží do jisté doby můstky nebo přepážky odpadu. Zatímco do kontinuálních podavačů háčkových, válečkových, klešťových nebo sklíčidlových vsunuje obsluha většinou pruh pro první uchopení ručně, je možné u těchto typů zařízení použít tzv. zaváděcích skříní nebo pro kontinuální materiál odvíjáky a navíjáky - celý komplex může být ještě doplněn kartáčovým (čisticím) zařízením, odmašťovacím průběžným zařízením, rovnačkou nebo zařízením pro renovaci, čímž jsou vlastně vytvářeny ucelené automatizované systémy – linky.

Odvíjáky a navíjáky

Používáme je při výrobě ze svitku. Na obr. 2.29 je uveden příklad naklápěcího odvíjáku, používaného pro naklápěcí lisy. V hlavě navíjáku je otočný čep s přenastavitelnými čely (4) a brzdou (3). Svitek se po odstranění předního čela navleče na kolíky a podavač si sám odvíjí svitek. Těžší svitky se lépe odvíjejí na odvíjáky poháněném – pohon se uskutečňuje buď táhlem, nebo malým elektromotorem. Pro průmyslové použití je vyráběno více druhů odvíjáky, které jsou určeny pro různé váhy a velikosti svitků, bývají pevné i výškově nastavitelné.

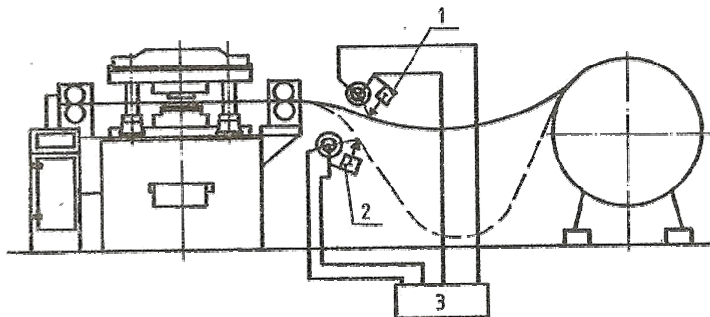


Obr. 2.29 Naklápěcí odvíják

- b) **manipulační a podávací zařízení** - slouží k manipulaci a vložení polotovaru nebo součásti do pracovního prostoru stroje (používá se pro těžké dílce složitých geometrických tvarů, např. manipulace s výkovky u kovacích lisů a bucharů, manipulace s výkovky ve slévárnách apod.)
- c) **podávací zařízení se zásobníkem** - součásti jsou uloženy v zásobníku, který může plnit i dopravní funkci s požadovanou prostorovou orientací a podávání se děje v souladu s automatickým pracovním cyklem stroje.
- d) **podávací zařízení s násypkou** - představuje plně automatizovaná podávání drobných součástí, volně uložených do násypky bez prostorové orientace, používá se převážně u montážních automatů, speciálních linek na drobné součásti a u obráběcích strojů.
- e) **průmyslové roboty a manipulátory** - jsou vlastně speciální manipulační a podávací zařízení nové generace
- g) **speciální manipulační a podávací zařízení** - jsou zpravidla na typu stroje závislé nebo jsou závislé na výrobním systému (např. zařízení automatické výměny nástrojů, nakládací a vykládací zařízení transferových linek a pod.).

Regulace smyčky

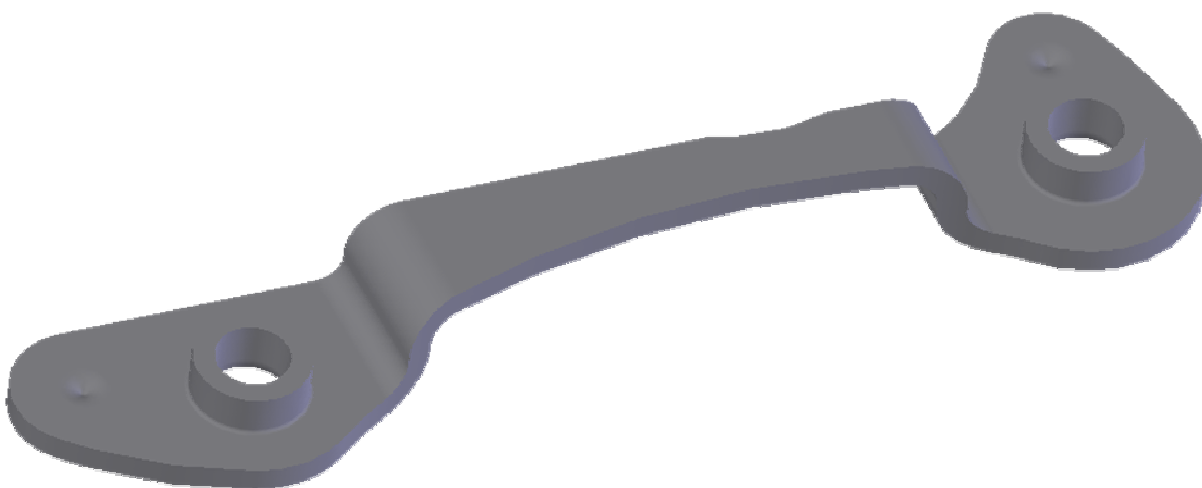
Způsob regulace pomocí radioizotopového vysílače (1) a přijímače (2) je patrný z obr. 2.30. Odborný princip je i u regulace smyček, využívající principů optoelektroniky. Zařízení na obrázku je doplněno též možností kontroly tloušťky plechu v průběhu odvíjení podepřenými válci.



Obr. 2.30 Zařízení k automatické kontrole délky smyčky a tloušťky podávaného plechu

3. ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU VÝROBY A TECHNOLOGIČNOSTI KONSTRUKCE VÝLISKU

Zadaný výlisek „DRŽÁK“ je součástí posunovacího mechanismu sedadla automobilu Peugeot 307. Vyrábí se pod výrobním číslem 160A a 160B (levý a pravý kus) na sdruženém nástroji na lise Arisa o síle 400 tun. Během výroby se tvar vystřihuje z pásu plechu, v dalších krocích se táhne, ohýbá, prostřihuje, protahuje a současně se tváří závit. Výkres součásti viz příloha 1. Střížná plocha je mírně zkosená a s mírnou vytaženou ostřinou. Žádné zvláštní požadavky na kvalitu střížné plochy nejsou, tak není potřeba použití speciálních technologií (přesné stříhání). Ani jedna střížná plocha není funkční hranou. Součást má nepravidelný, složitý tvar, složený z oblouků různých poloměrů. Součást je vybavena dvěma vyválnými závitmi, jejichž rozteč je nejdůležitějším funkčním rozměrem. Dva prolisy slouží pro bodové navaření součásti do sestavy posouvacího mechanismu sedadla.



Obr. 3.1 Držák 160A

Součást je vyrobena z materiálu S355MC značenou podle ČSN EN 10149-2. Ocel je určena pro výrobky válcované za tepla z ocelí s vyšší mezí kluzu pro tváření a splňuje podmínky pro termomechanicky válcované oceli (normalizačně žíhané).

Význam symbolů v označení materiálu:

- S _ _ _ _ _ - ocel pro ocelové konstrukce
- _ 3 5 5 _ _ - minimálně 355 MPa mez kluzu
- _ _ _ _ M _ - termomechanicky válcováno
- _ _ _ _ _ C - zvláštní tvařitelnost za studena

Polotovarem je pás plechu ze svitku tloušťky $3 \pm 0,15$ mm a šířky 267 mm (Obr. 3.2).



Obr. 3.2 Svitok plechu

Značka oceli	Číselné označení	C max.	Si max.	Mn max.	P max.	S max.	Al _{celk.} max.	Nb max.	V max.	Ti max.
S315MC	1.0972	0,12	0,50	1,30	0,025	0,015	0,015	0,09	0,20	0,15
S355MC	1.0976	0,12	0,50	1,50	0,025	0,015	0,015	0,09	0,20	0,15
S500MC	1.0984	0,12	0,50	1,70	0,025	0,015	0,015	0,09	0,20	0,15
S550MC	1.0986	0,12	0,50	1,80	0,025	0,015	0,015	0,09	0,20	0,15
S700MC	1.8974	0,12	0,50	2,10	0,025	0,015	0,015	0,09	0,20	0,22

Tab. 4 Chemické složení tavby v hmotnostních %

- součet obsahu Nb, V a Ti nesmí překročit 0,22%;
- pokud bylo při objednávání dohodnuto, musí být obsah síry v rozboru tavby max. 0,010 %.

3.1 Výrobní postup

Svitok plechu je ze skladu pomocí pojezdného skladového jeřábu dopraven na dílnu, kde jej položí na překladové místo. K podavači DIMECO je dopraven jeřábem na dílně.



Obr. 3.3 Sklad materiálu

Odvíjení plechu ze svitku, rovnání a podávání zajišťuje zařízení DIMECO 1690/11/F (Obr. 3.4). Podavač má vlastní zásobník na 3 svitky plechu a dokáže si jej sám nasadit na odvíjecí vřeteno.

DIMECO 1690/11/F:

s.č.: 44499/1

Rok: 09/2007

Hmotnost: 3700 kg

Min. tloušťka plechu: 1 mm

Max. tloušťka plechu: 7 mm

Max. šířka plechu: 550 mm

Max. rychlost podání: 5,3m/min

Přesnost podání: 0,1 mm



Obr. 3.4 Zařízení DIMECO 1690/11/F

Pás ze svitku je podáván do sdruženého nástroje, upnutého do lisu ARISA o síle 400 tun (Obr. 3.5).

ARISA typ 3-2-400-280-FD:

s.č.: 400486026

Rok: 2002

Síla: 4000N

Zdvih: 100 – 360 mm

Rychlost: 10 – 50 zdvihů / min

Výkon: 74 kW

Hmotnost: 110 000 kg

Max. rozměr podstavy nástroje:
2800 x 1200 mm

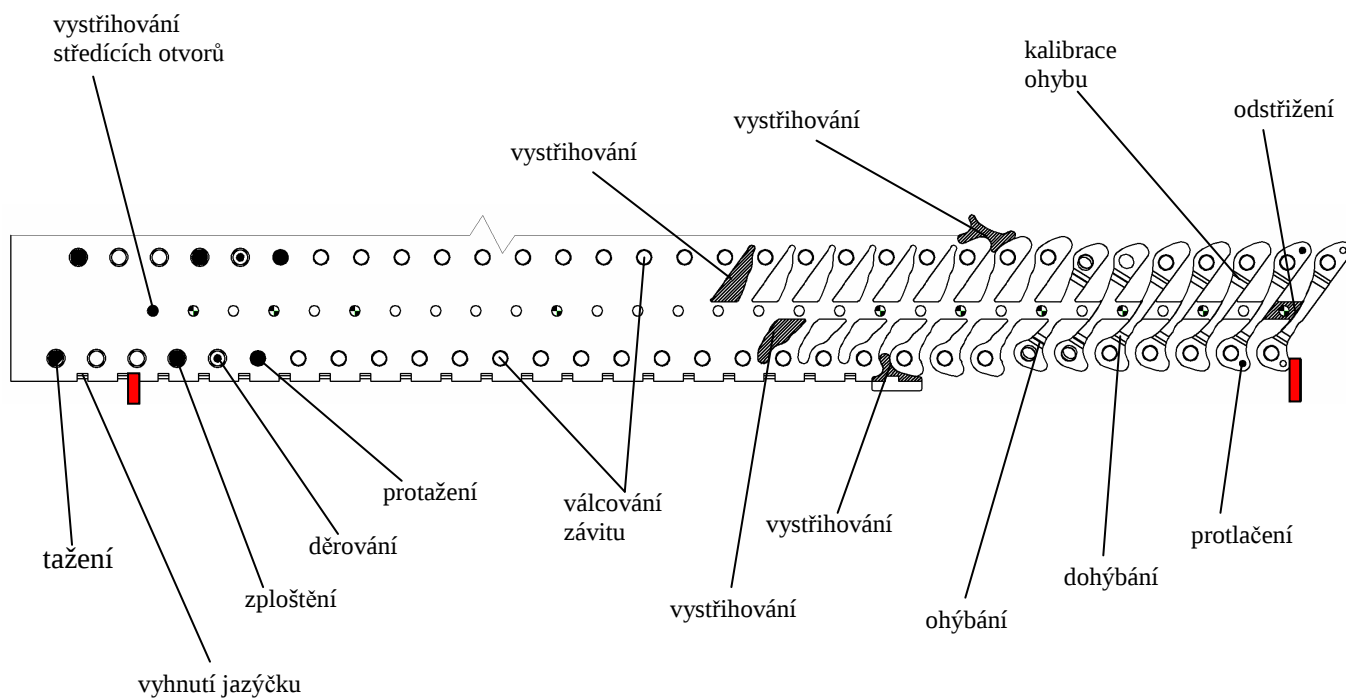
Max. hmotnost horní části nástroje:
5700 kg



Obr. 3.5 Lis ARISA 400 tun

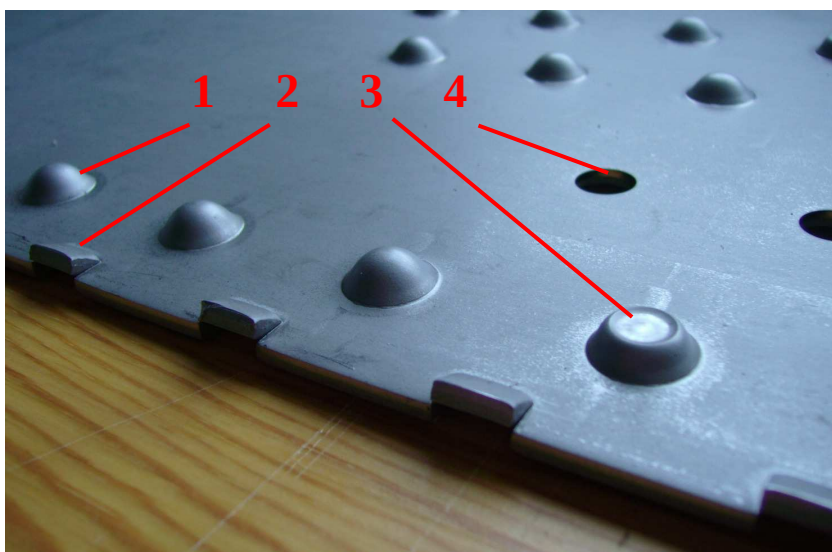
Následující sled technologických operací prováděných při každém zdvihu lisu je schematicky znázorněn na obr.3.6. Pro zjednodušení je níže zobrazen pouze na jedné polovině plechu. Celý nástřihový plán viz. příloha č.2.

 dorazy
 středící kolíky



Obr. 3.6 Poloviční nástřihový plán

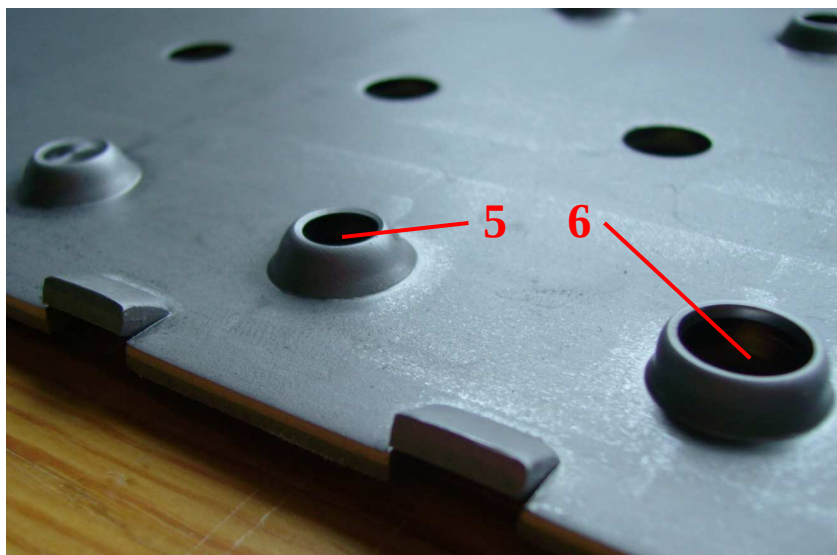
- 1 - Vytažení kloboučku pro budoucí závit (viz obr.3.7/1)
- 2 - Vystřihnutí a odehnutí jazýčku pro doraz, který později zabraňuje delšímu kroku při selhání podavače. (viz obr.3.7/2)
- 3 - Zploštění kloboučku a vytvoření náběhové hrany pro budoucí závit. (viz obr.3.7/3)
- 4 - Vystřížení otvoru pro středící kolík (viz obr.3.7/4)



Obr. 3.7 Dílčí operace

5 – Vystřížení otvoru (nábě-
hová hrana musí zůstat)
(viz obr.3.8/5)

6 – Protažení otvoru pro závit
(viz obr.3.8/6)



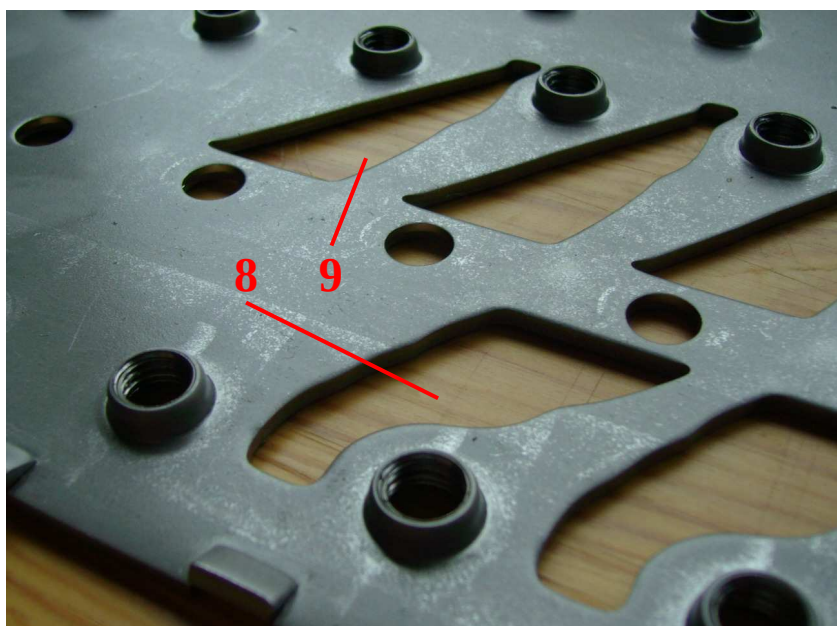
Obr. 3.8 Dílčí operace

7 - Vyválnování závitu
(viz obr.3.9/7)



Obr. 3.9 Dílčí operace

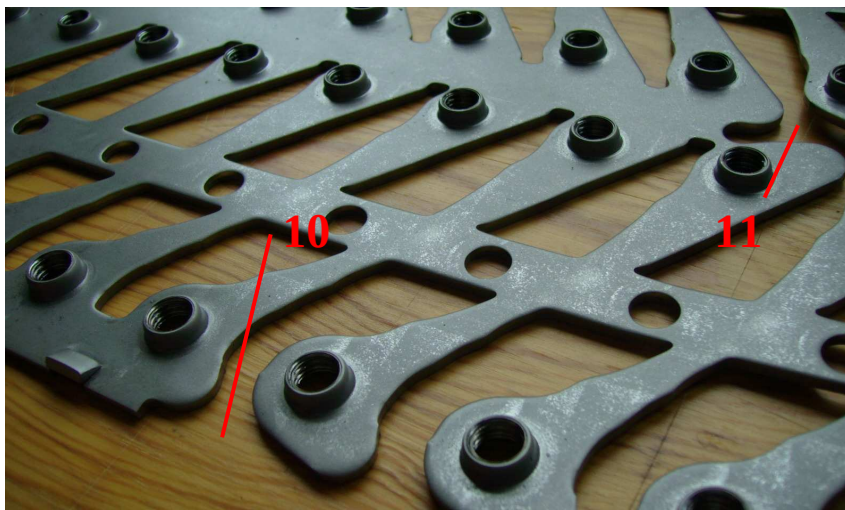
8, 9 - Vystřížení odpadu
(viz obr.3.10/8 a 9)



Obr. 3.10 Dílčí operace

10 - Odstřížení odpadu s
jazyčkem pro doraz
(viz obr.3.11/10)

11 - Vystřížení odpadu
(viz obr.3.11/11)



Obr. 3.11 Dílčí operace

12 - Částečné nahnutí
(viz obr.3.12/12)

13 - Dohnutí do konečné pozice
a v následném kroku
kalibrace ohybu
(viz obr.3.12/13)



Obr. 3.12 Dílčí operace

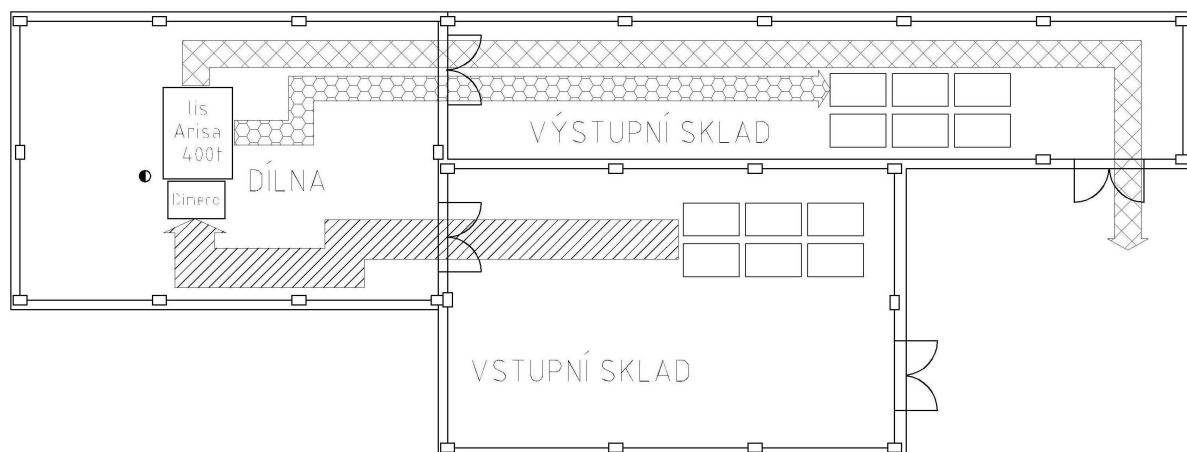
14 - Protlačení bodů na
svařování
(viz obr.3.13/14)

15 - Odstříhnutí součástí z
pásu plechu
(viz obr.3.13/15)



Obr. 3.13 Dílčí operace

Svitky plechu jsou naváženy v měsíčních intervalech a skladovány ve vstupním skladu na paletách nebo na závěsných regálech viz. Obr.3.3. Po odstřížení z pásu plechu výrobky padají do přepravek v nichž jsou po naplnění odváženy vysokozdvížným vozíkem do expediční místnosti. Odpad se shromažďuje pod lisem v kovové bedně, která se po naplnění odváží rovněž vozíkem na místo odkud se následně vyváží mimo podnik k dalšímu zpracování.



SVITKY PLECHU 22101kg/mesíc

ODPAD 12001kg/mesíc

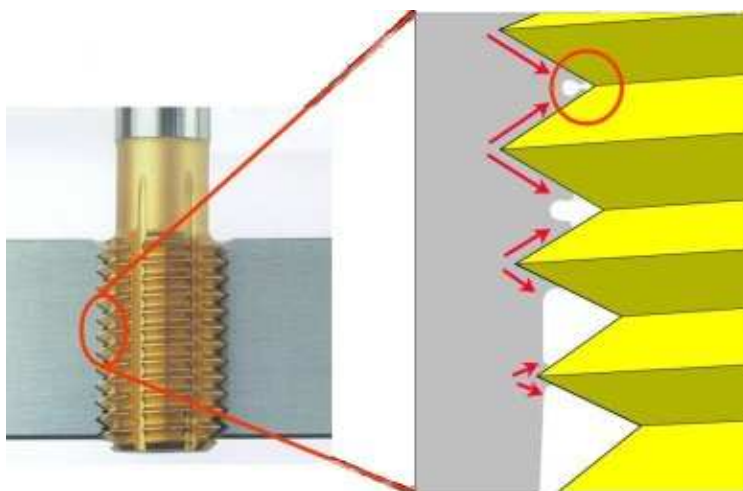
VÝLISKY 10100kg/mesíc

Poznámka: 1000 kg / měsíc = 1 mm šířky šipky

Obr. 3.14 Sankeyův diagram toku materiálu, výrobků a odpadu v podniku

3.2 Systém lisování závitů válcováním

Ne příliš často používaná metoda výroby závitů. Závit se vyrábí jako jedna z operací na sdruženém tvářecím nástroji na lise současně s jinými operacemi, jako stříhání, tažení a ohýbání. Závitník se při klesání beranu lisu točí a svým profilem vytváří negativ do předpřipraveného (předlisovaného) otvoru. Materiál je vytlačován do mezer mezi závitů závitníku dle obr. 3.15 a tím vzniká závitová drážka. Důležité je zvolit správný průměr výchozí díry. Obr. 3.16 ukazuje závislost tvaru závitu na zvoleném průměru otvoru v polotovaru. Když zvolíme malý průměr otvoru, máme přebytek materiálu na tvorbu závitu a dostaneme profil závitu který ukazuje Obr. 3.16 a). Zvolíme-li průměr velký, nemáme dostatek materiálu pro tvorbu závitu, tudíž vyrobíme závit neúplný (3.16 c)). Vhodný průměr nám předepisuje výrobce závitníku. Z hledisek trvanlivosti nástroje a kvality závitu doporučuje, aby byl závit vyráběn tak, že drážky mezi závitů nástroje budou vyplněny ze 65- 75% (3.15 b)). Přehled doporučených průměrů děr pro přesnost 6H a 6G je v tabulce 5. První dva závitů závitníku jsou načínací, pro vytvoření kvalitního závitu po celé délce připraveného otvoru, musí závitník vystoupit minimálně o čtyři délky stoupání závitu ven (závisí také na opotřebení závitníku).



Obr. 3.15 Válcování vnějšího závitu za tepla



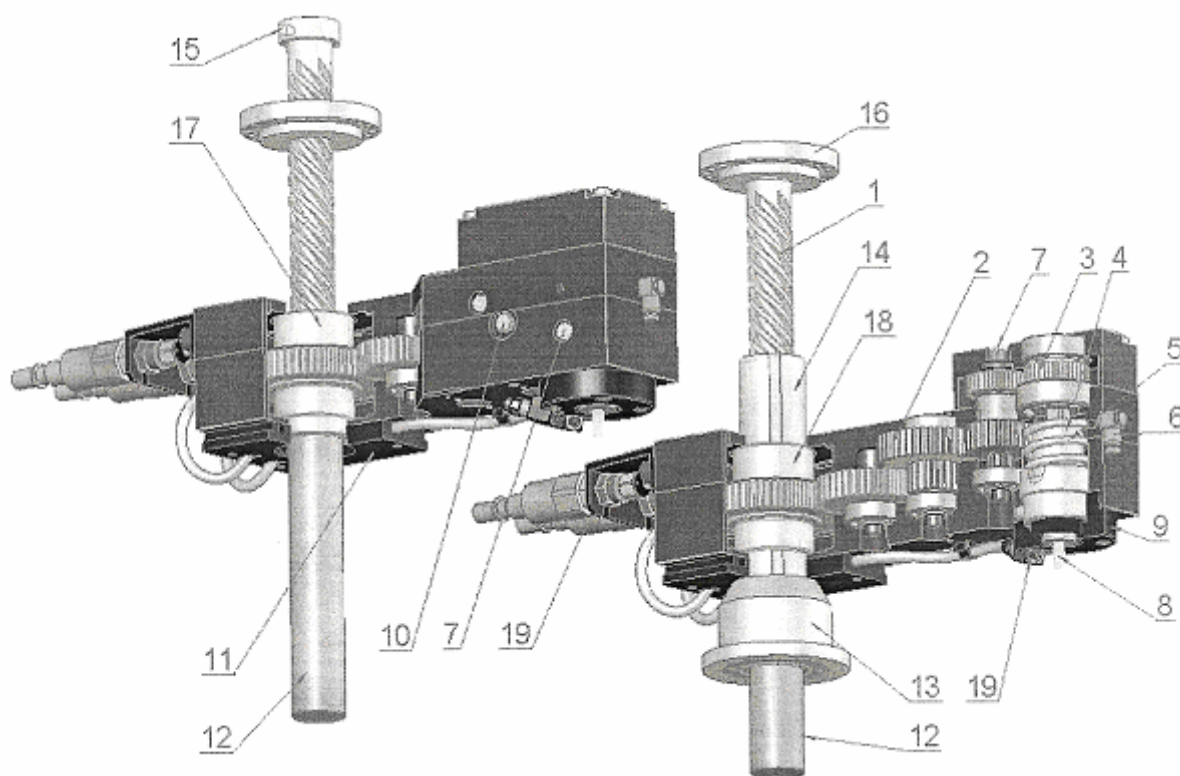
a) b) c)
Obr. 3.16 Tvar vytlačeného závitu v závislosti na velikosti otvoru

	Předepsaný otvor pro toleranci 6H (mm)			Předepsaný otvor pro toleranci 6G (mm)		
	75%	65%	55%	75%	65%	55%
M4 x 0.70	3.68	3.72	3.75	3.72	3.75	3.78
M5 x 0.80	4.63	4.67	4.71	4.67	4.71	4.75
M6 x 1.00	5.54	5.59	5.64	5.57	5.62	5.67
M8 x 1.00	7.54	7.59	7.64	7.57	7.62	7.67
M10 x 1.50	9.27	9.35	9.42	9.31	9.39	9.46
M12 x 1.50	11.27	11.35	11.42	11.31	11.39	11.46

Tab. 5 Doporučené hodnoty průměrů otvorů pro vytlačování závitů

3.2.1 Závítová jednotka

K lisování závitu touto metodou se používá závítová jednotka PRONIC. Jednotka se vsazuje do spodní části nástroje a je poháněná lineárním pohybem lisu, který se pomocí vřetena, matice a sady ozubených kol přemění v rotační a lineární pohyb závitníku. Na obr. 3.17 je řez závítové jednotky PRONIC. Vřeteno (1) je pomocí hlavy (16) uchyceno k horní části nástroje a pomocí střížného kolíku (15) mu není umožněn rotační pohyb. V případě přetížení pohonu se přestříhnutím střížného kolíku zabrání větším škodám na závítové jednotce. Tělo jednotky je uchyceno spodní deskou (11) ke spodní části nástroje. Lineární pohyb lisu se přenáší na rotační pohyb matice pohonu (14), která unáší posuvný náboj (18). Sada ozubených kol (2) v jednotce přenesle rotační pohyb až na závitové pouzdro (4) ve kterém je upnut tvářecí závitník (8). S klesáním beranu lisu do spodní úvratí se závitník zařezává do materiálu a tváří závitovou drážku, při stoupání do horní úvratí se šroubuje ven. Mazání mlhou je zajištěno mazací dýzou (19), na kterou je při provozu připojena mazací jednotka se stlačeným vzduchem a vlastním mazadlem (olejem). Mazadlo pro vřeteno je umístěno v mazací trubici (12). Převodový poměr se mění výměnou ozubeného soukolí (3). Mazání převodů a závitového pouzdra v jednotce je průběžně uskutečňováno maznicemi (7). Bezpečnostní pružina (5) zabraňuje poškození závítové jednotky při chybějícím otvoru ve výlisku odpružením závitníku. Jednotlivé díly popisuje tabulka 6.

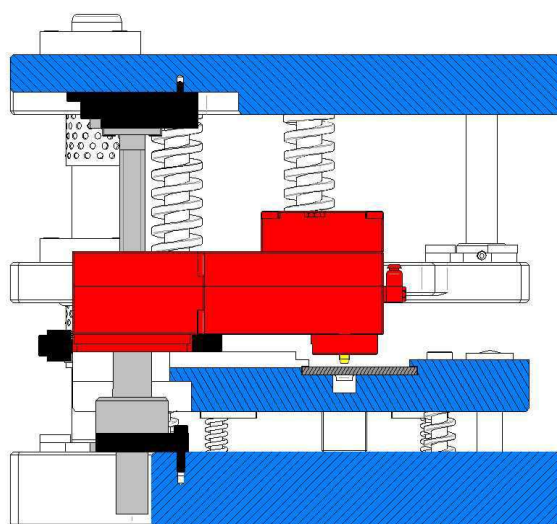


Obr. 3.17 Řez závítovou jednotkou PRONIC

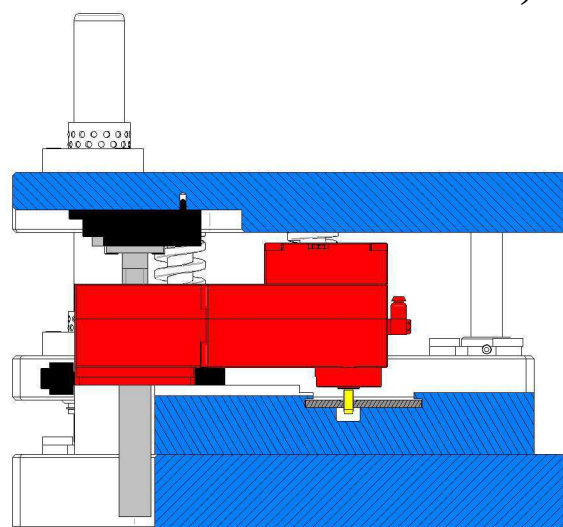
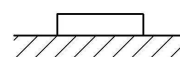
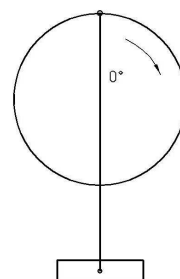
Pozice	Popis	Pozice	Popis
1	Vřeteno	11	Spodní deska
2	Ozubený převod	12	Mazací trubka
3	Pár vyměnitelných ozub. kol	13	Kryt pohonu
4	Závitové pouzdro	14	Posuvná matice pohonu
5	Bezpečnostní pružina	15	Střižný kolík
6	Přípojka pro chladicí vzduch	16	Hlava vřetena
7	Maznice	17	Náboj se závitem
8	Tvářicí závitník	18	Náboj
9	Antirotací příruba	19	Sestava integrované mazací dýzy
10	Blokovací tlačítko		

Tab. 6 Seznam dílů

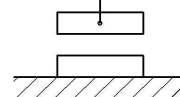
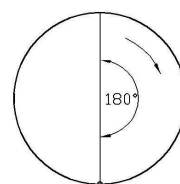
Obr. 3.18 a) ukazuje závitovou jednotku namontovanou ve sdruženém nástroji v horní úvratí lisu (při úhlu kliky lisu 0°). Závitník je schován v pouzdře. Na obr. 3.18 b) je klika lisu v dolní úvratí (úhel kliky lisu 180°) a závitník je zařezán do tvářeného plechu. **Vzájemná poloha jednotky a tvářeného plechu se během zdvihu lisu nikdy nemění.**



a)



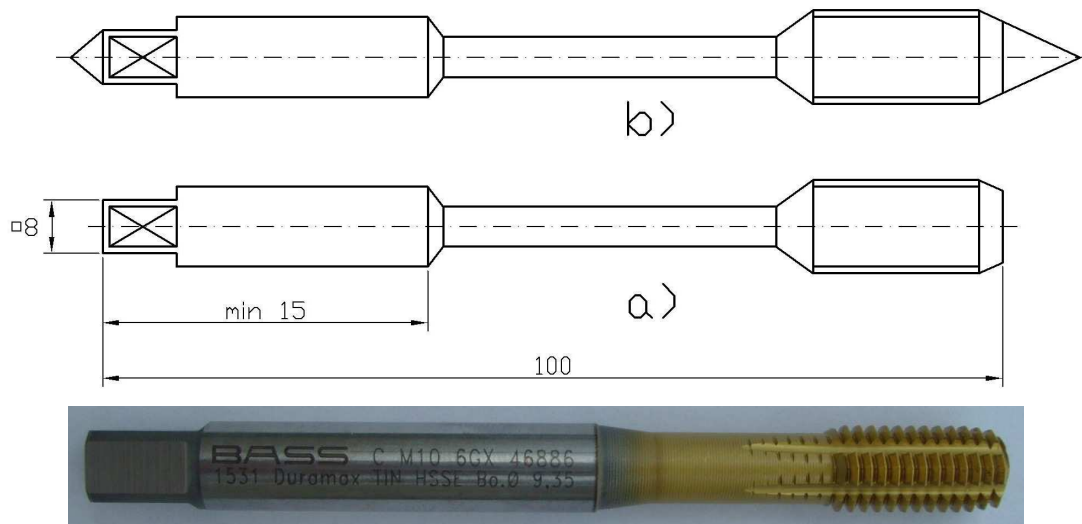
b)



Obr. 3.18. Schéma funkce závitové jednotky

3.2.2 Závítníky

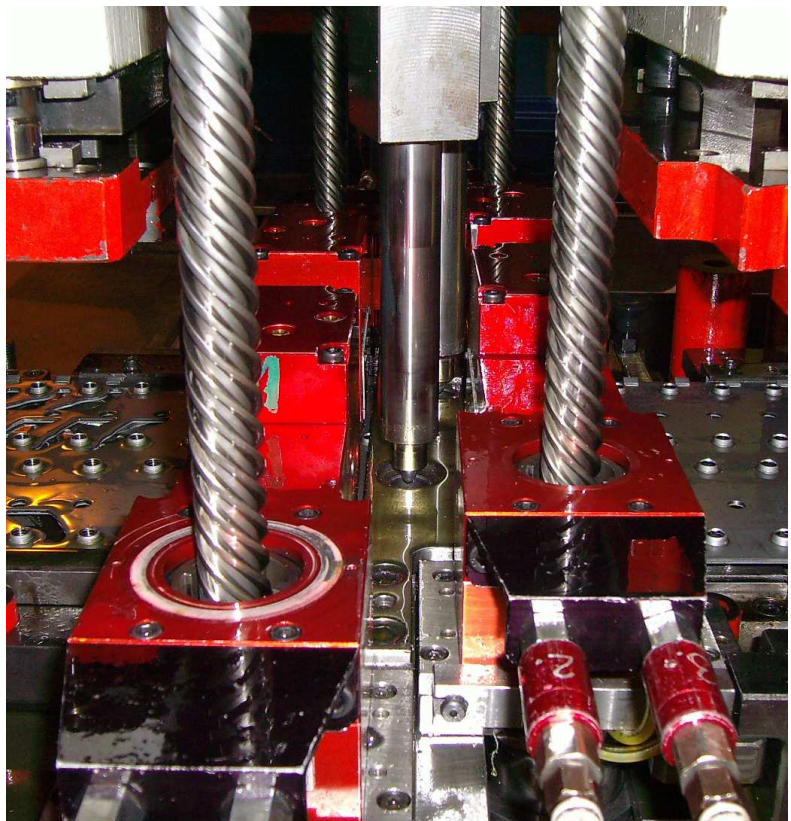
K tváření závitu lze použít dva typy závitníků. Závítník s krátkým náběhem (Obr. 3.19 a), nebo závitník s náběhem dlouhým (Obr. 3.19 b). Doporučuje se používat typ s krátkým náběhem, nebo pro dosažení optimální funkce, zbrousit špičku tvářecího závitníku až k prvnímu chodu závitu bez toho, aby došlo k jeho poškození. Náběhová část závitníku smí být maximálně 2,5 chodů.



Obr. 3.19 Závítníky

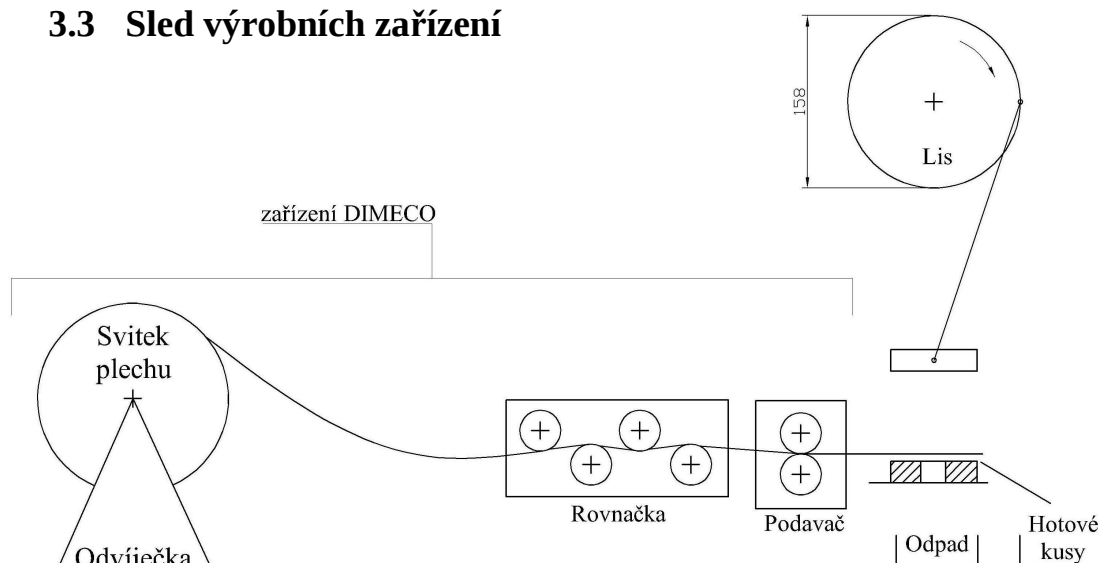
3.2.3 Přidržovač závitníku

Závit se začíná vytlačovat ještě dříve než přidržovač sdruženého nástroje dosedne na plech. Nástroj je proto opatřen dvěma přidržovači na kolících, které slouží k ustavení plechu v místě vytlačování závitu v co možno nejkratší době po začátku zdvihu. Obr. 3.20 ukazuje tyto přidržovače mezi čtyřmi závitovými jednotkami.



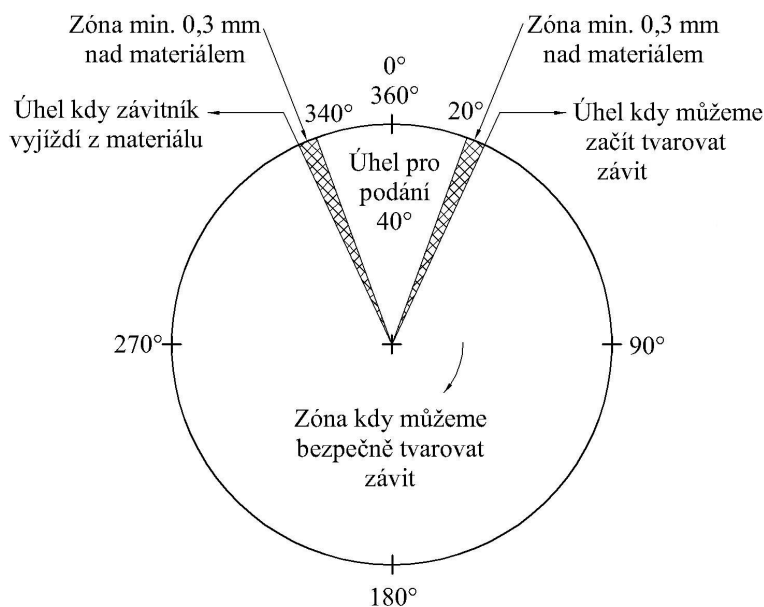
Obr. 3.20 Přidržovací kolíky

3.3 Sled výrobních zařízení



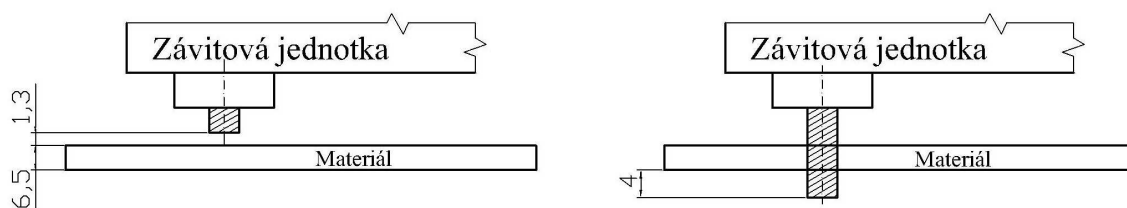
Obr. 3.21 Sled výrobních zařízení

Odvíječka plech odvíjí ze svitku, rovnačka plech vyrovná a podavač podává plech do sruženého nástroje (Obr. 3.21). Rychlost podavače je nastavena na maximum a nastavený krok 37 mm zvládne nejrychleji podat za 0,42 sekundy. Podávání je časováno úhlem kliky lisu. Podavač dostane impuls k podání materiálu v okamžiku, kdy klika lisu je v poloze 340° (Obr. 3.22), závitník se vyšrouboval z již vytvořeného závitu a je 0,3 mm nad ním). Závitník poté vystoupá 1,3 mm nad plech (při úhlu kliky $360^\circ = 0^\circ$). Posuv plechu musí být dokončen do chvíle, kdy je klika lisu na 20° , tedy když je závitník opět 0,3 mm nad materiálem. Závitník se poté začne vtlačovat do předlisovaného otvoru, projde 6,5 mm dlouhým otvorem a vystoupí 4 mm ven (Obr. 3.23). Zdvih lisu je nastaven na 158 mm a z něho je odvozen zdvih závitníku 11,8 mm.



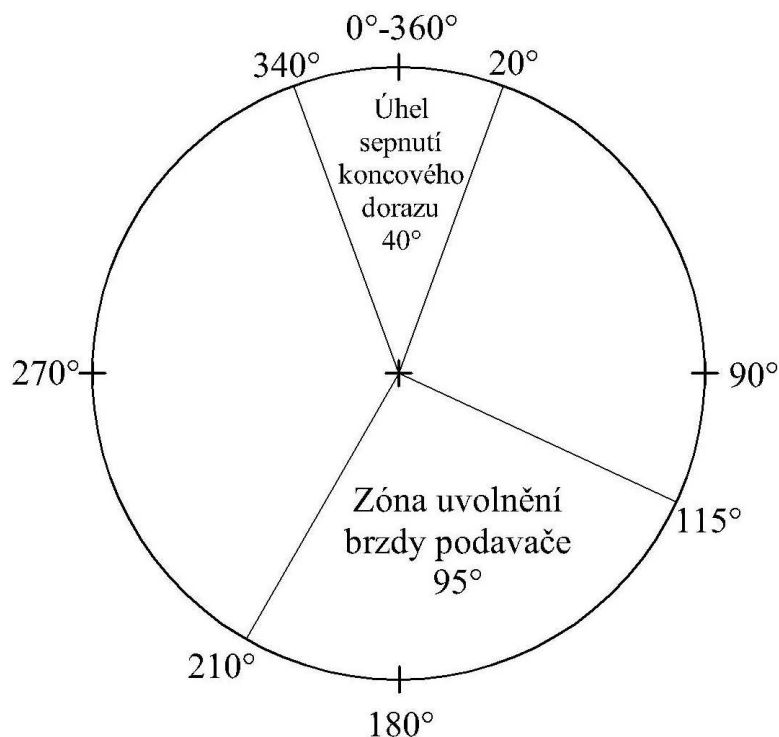
Obr. 3.22 Úhel podání materiálu

Úhel pro podání je vymezen na 40° (Obr. 3.22) a minimální doba podání 0,42s. Tyto dvě kritéria omezují rychlost lisu na 16 zdvihů za minutu.



Obr. 3.23 Závitník v maximální horní a dolní poloze

Při zvýšení rychlosti lisu podavač nestihne podat materiál o úplný krok, kontrolní spínač koncového dorazu sepnutelný mezi 340° a 20° (Obr.3.24) nesepe a lis se zastaví. Tím chráníme nástroj před jeho poškozením. Aby středící kolíky mohly materiál ustavit na správném místě ještě před dosednutím přidržovače, musí podavač při 115° uvolnit plech povolením brzdy. Před uvolněním plechu přidržovačem si podavač materiál opět chytne (po projetí kliky spodní úvratí při 210°).

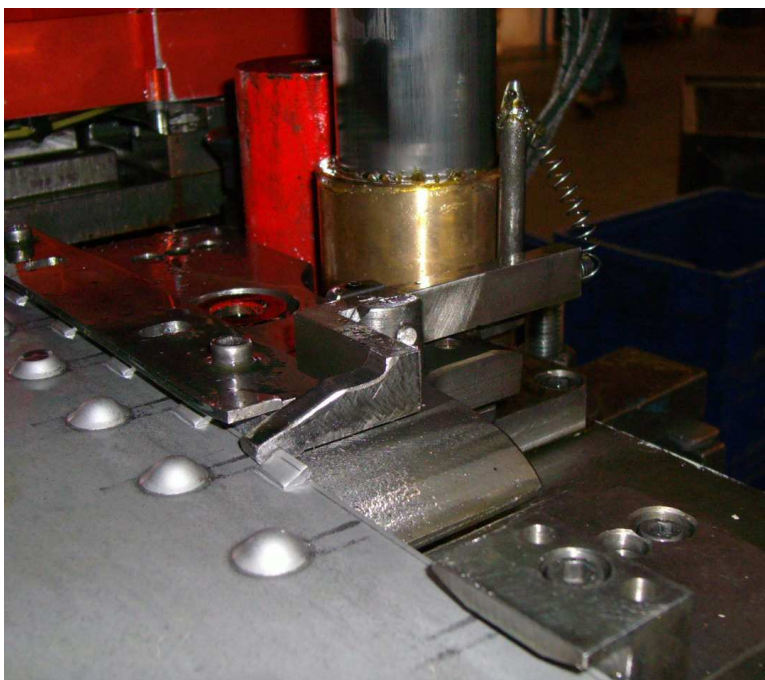


Obr. 3.24 Úhly kliky

3.4 Dorazy

Pás plechu je při každém zdvihu lisu posunován podavačem o jeden krok, tj. 37 mm. K zajištění toho, aby v případě poruchy podavače nebyl krok delší nebo kratší, je nástroj opatřen dvěma dorazy.

Načínací doraz (Obr.3.25) mechanicky zajišťuje, že se během jednoho zdvihu lisu plech neposune o více než nastavený krok.



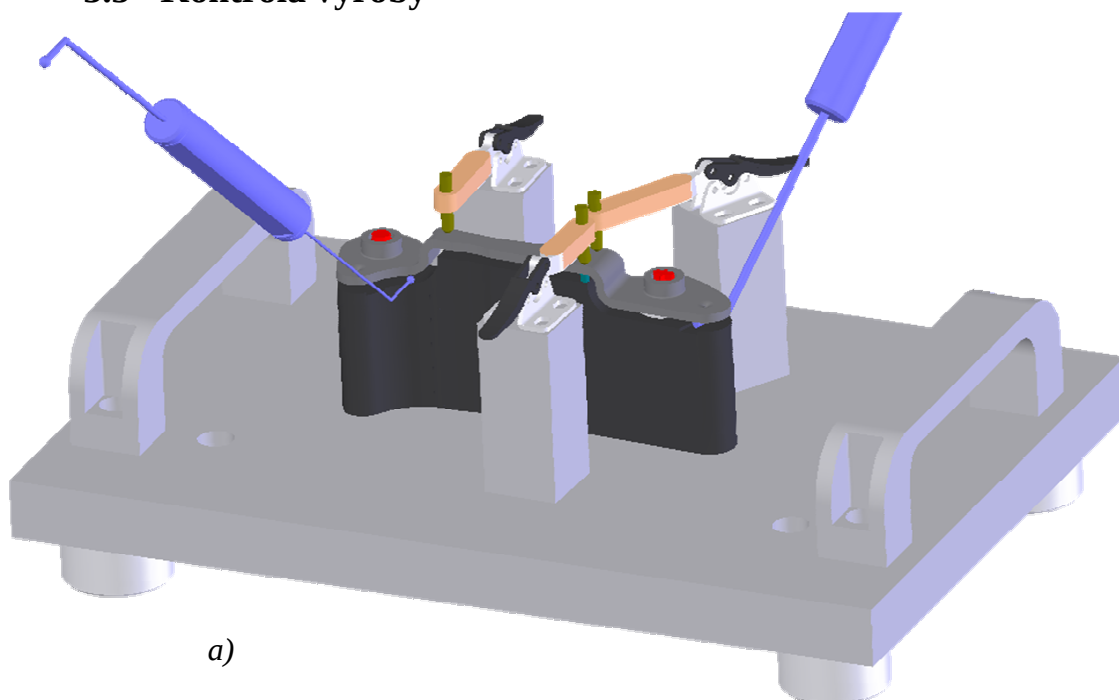
Obr. 3.25 Načínací doraz

Koncový doraz (Obr..3.26) je opatřen elektromechanickým spínačem a v případě neseptnutí (krátký krok) zajistí zastavení lisu.

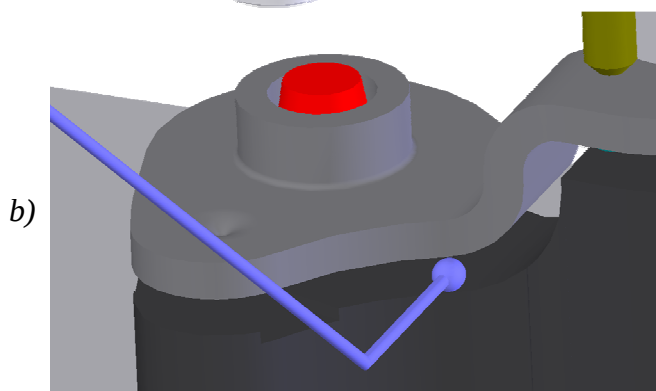


Obr. 3.26 Koncový doraz

3.5 Kontrola výroby



Obr. 3.27 a) Přípravek na kontrolu rozměrů součásti
b) Detail kalibru



Seznam kontrolovaných parametrů

Č.	Kontrolovaný parametr	Specifikace	Zkušební prostředek	Četnost	Rozsah
1.	celkový tvar dílu	všechny rozměry	kontrolní přípravek	2 kusy	při zahájení a ukončení výroby
2.	rozteč závitů	97,5 +/- 0,4	digitální posuvné měřítko	2 kusy	1 x za 3 hod.
3.	průchodnost závitu	M10 6H	závitový kalibr M10 6H	2 kusy	1 x za hod.
4.	vizuální vady	podle kódu vad	vizuálně	10 kusů	Průběžně 1 x za hod.
5.	kontrola závitu na krut	Mk 35 Nm	momentový klíč	2 kusy	1 x za 3 hod.
6.	značení dílu	podle výrobního postupu	vizuálně	2 kusy	při zahájení a ukončení výroby
7.	praskliny na vrcholcích závitů	bez prasklin	vizuálně	2 kusy	při zahájení a ukončení výroby

Tab. 7 Kontrolované parametry

Abychom odhalili vady výroby a vznik neshodných kusů včas, jakost výrobků se musí pravidelně kontrolovat. Kontrola se řídí předepsanou tabulkou 7. Výkresové hodnoty celkového tvaru součásti se ověřují na kontrolním přípravku viz. obr. 3.27. Díl se pomocí třech upínek upevní na podložce tak, aby čepy zapadly do vylisovaných závitů. Kalibrem měříme vzniklou mezeru mezi součástí a podložkou, dobrá strana kalibru se musí do mezery vejít, špatná strana (označená červeným pruhem) nikoliv. Jakost lisovaného závitu se kontroluje závitovým kalibrem M10 x 1,5 6G na dvou kusech každou hodinu průběhu výroby. Při zjištění zhoršené průchodnosti dobré strany kalibru závitem, vyměníme závitník(y) v lisovacím nástroji. Podle zkušenosti má závitník trvanlivost cca 2000 ks, tedy měníme ho zhruba po dvou hodinách jeho chodu.

4. NÁVRH VARIANT VÝROBY

4.1 Varianta 1

První varianta odpovídá stávajícímu způsobu výroby.

4.2 Varianta 2

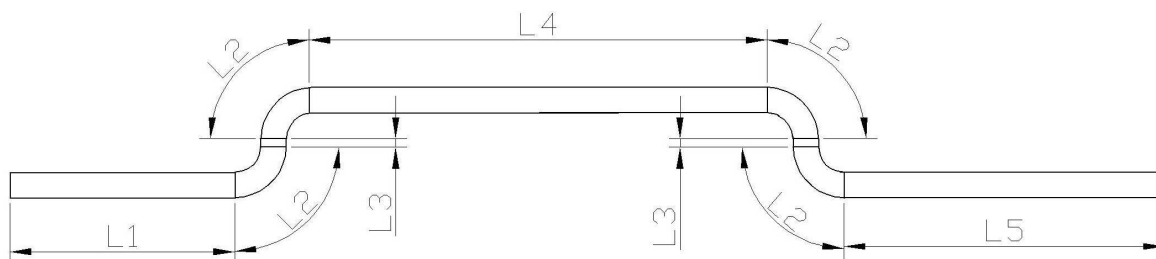
Plechový výlisek bude vyroben na sdruženém tvářecím nástroji a následně do něj budou s přesahem nalisovány dvě kulaté matice viz obr.4.1.



Obr. 4.1 Součást před dokončením

4.2.1 Výpočet délky rozvinutého plechu

Celková délka je součtem všech dílčích délek (obr. 4.2).



Obr. 4.2 Součást rozdělená na jednotlivé úseky

Nulová plocha:

$$\rho = R + x \cdot s = 3 + 0,42 \cdot 3 = \underline{\underline{6,69mm}} \quad \Rightarrow \quad x \text{ zvoleno } 0,42 \text{ z tab.1.}$$

Délka oblouku:

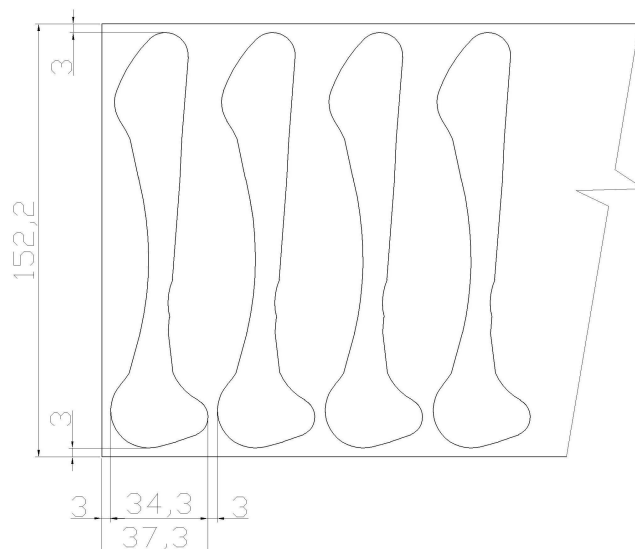
$$L2 = \frac{\pi \cdot \varphi}{180} \cdot \rho = \frac{3,14159 \cdot 90}{180} \cdot 6,69 = \underline{\underline{6,69mm}}$$

Celková rozvinutá délka:

$$Lc = L1 + 4 \cdot L2 + 2 \cdot L3 + L4 + L5 = 26,4 + 4 \cdot 6,69 + 2 \cdot 1 + 53,5 + 37,5 = \underline{\underline{146,2mm}}$$

4.2.2 Nástrihový plán

Součást se bude vystřihovat ze svitku plechu o šířce 152,2 mm. Protože původní vztah předpokládá výpočet obsahu součásti, jenž je v tomto případě příliš složitý, nahradíme jej vztahem vycházejícím z poměru hmotností. Vystřižená součást má hmotnost 53g a hmotnost polotovaru snadno spočítáme.



Obr. 4.3 Nástrihový plán

Součinitel využití materiálu η :

$$\eta = \frac{m_o}{m_p} \cdot 100 \quad [\%]$$

$$\eta = \frac{0,053kg}{0,1336kg} \cdot 100 = \underline{\underline{39,7\%}}$$

$$m_p = V \cdot \rho = (0,1522 \cdot 0,0373 \cdot 0,003) \cdot 7850 = \underline{\underline{0,1336kg}}$$

kde:

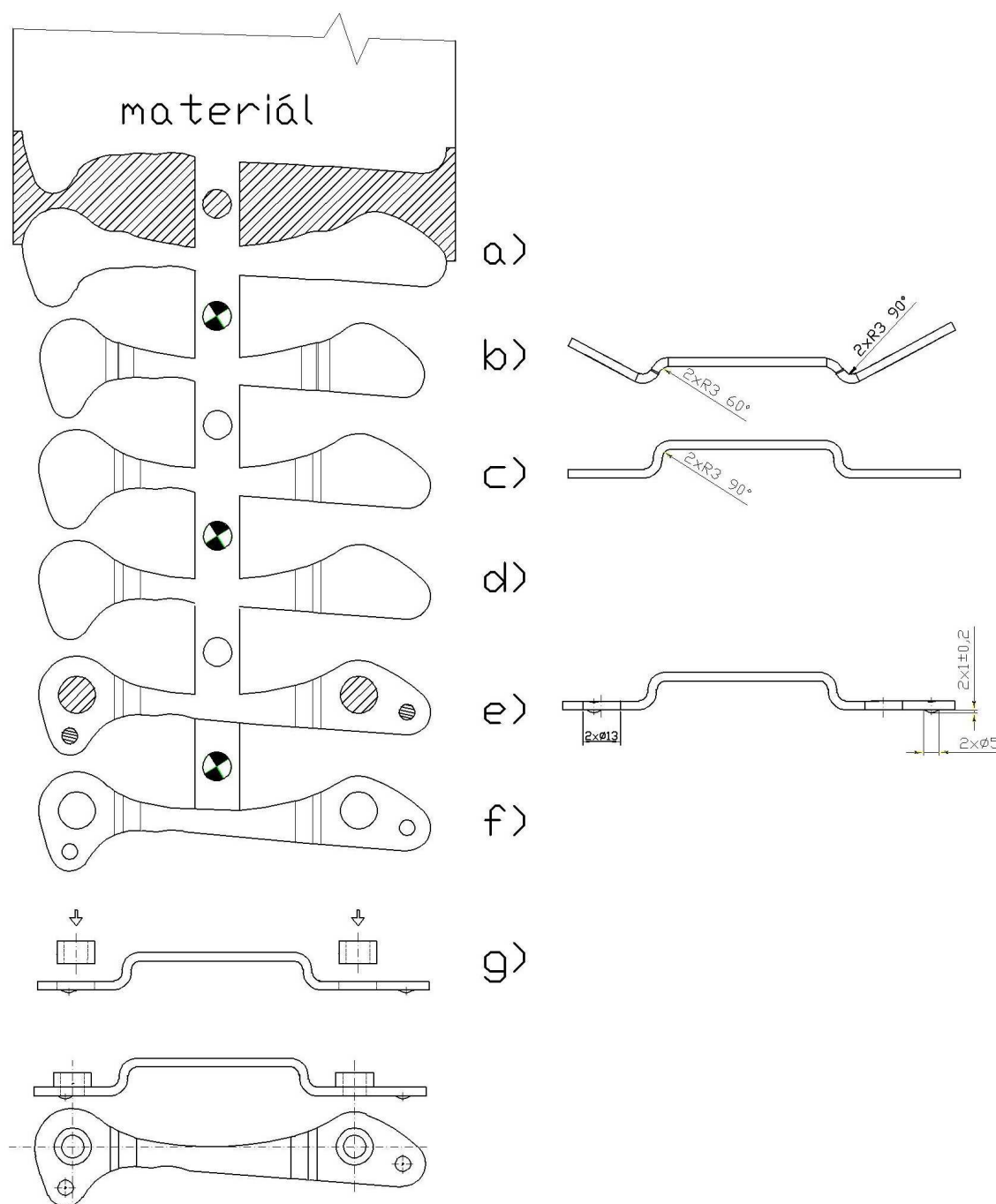
m_o hmotnost součásti [kg]

m_p hmotnost polotovaru spotřebovaného na jeden krok (152,2 x 37,3 x 3) [kg]

Vobsah polotovaru [m³]

ρhustota použité oceli [kg/m³]

4.2.3 Technologický postup výroby



Obr. 4.4 Postup výroby VARIANTA 1

Podavač bude pás plechu podávat do sduženého nástroje. V kroku a) se obstříhne tvar materiálu a vystříhne otvor pro hledáček. Materiál se posune o krok 37,3 mm, je ustaven hledáčkem a součást se ohne podle obr.4.4 b). V dalším kroku se součást doohne do konečného tvaru (obr.4.4. c)) a následuje kalibrace ohybu (obr.4.4. d)). V následujícím kroku se vystříhnou otvory, pro pozdější nalisování matic a zároveň se vytlačí prolisy pro svařování (obr.4.4. d)). V posledním kroku sduženého nástroje se hotová součást odstříhne z pásu plechu. Celá součást se dokončí nalisováním dvou kulatých matic do vystříhlých otvorů.

4.2.4 Výpočet potřebné síly pro lisovací sdružený nástroj

Celkové síla je rovna součtu všech jednotlivých sil potřebných pro každou z operací. Jednotlivé síly jsou spočteny v pěti bodech níže.

Výpočet střížné síly pro vystřihnutí odpadu a děrování otvoru pro hledáček(operace a)):

Střížná síla podle vztahu (1.2):

$$F_{S1} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot S \cdot k_s = 1,2 \cdot 1,14 \cdot 0,45 \cdot 1582 \text{ mm}^2 \cdot 423,5 \text{ MPa} = \underline{\underline{412,5 \text{ kN}}}$$

Střížná plocha:

$$S = O_1 + O_2 + O_3 \cdot s = (O_1 + O_2 + (\pi \cdot D)) \cdot s = (496 + (\pi \cdot 10)) \cdot 3 = \underline{\underline{1582 \text{ mm}^2}}$$

Střížný odpor:

$$k_s = 0,77 \cdot R_m = 0,77 \cdot 550 \text{ MPa} = \underline{\underline{423,5 \text{ MPa}}}$$

kde:

O_1obvod střížné tvarové plochy 1[mm]

O_2obvod střížné tvarové plochy 2[mm]

O_3obvod pro kruhový otvor [mm]

Výpočet síly pro dvojitý ohyb (operace b) + c)):

Teoretickou ohýbací sílu určíme dle vztahu (2.8), kde za l dosadíme součet délek všech čtyřech ohýbaných hran:

$$F'_0 = \frac{R_m \cdot b \cdot s^2}{100 \cdot l} = \frac{550 \cdot (16,2 + 14,7 + 12,2 + 13,4) \cdot 3^2}{100 \cdot 7} = \underline{\underline{339,5 \text{ kN}}}$$

Skutečná ohýbací síla F_0 (2.9):

$$F_0 = (1,5 \div 2) \cdot F'_0 = 2 \cdot 490,9 \text{ kN} = \underline{\underline{799 \text{ kN}}}$$

Výpočet síly na kalibraci ohybu (operace d)):

Kalibrovací sílu určíme dle vztahu 2.14:

$$F_k = S \cdot p = 400 \cdot 150 \text{ MPa} = 60 \text{ kN}$$

Výpočet děrovací síly a síly na protlačení (operace e)):

Děrovací síla podle vztahu (1.2):

$$F_{S2} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot S \cdot k_s = 1,2 \cdot 1,14 \cdot 0,45 \cdot 132 \text{ mm}^2 \cdot 423,5 \text{ MPa} = \underline{\underline{34,4 \text{ kN}}}$$

Střížná plocha:

$$S = \pi \cdot d \cdot s = \pi \cdot 14 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm} = \underline{\underline{132 \text{ mm}^2}}$$

Výpočet síly potřebné na protlačení bodu pro svařování nahradíme výpočtem děrovací síly pro vyděrování Ø5 podle vztahu (1.2):

$$F_{S3} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot S \cdot k_s = 1,2 \cdot 1,14 \cdot 0,45 \cdot 47,1 \text{ mm}^2 \cdot 423,5 \text{ MPa} = \underline{\underline{12,3 \text{ kN}}}$$

Střížná plocha:

$$S = \pi \cdot d \cdot s = \pi \cdot 5 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm} = \underline{\underline{47,1 \text{ mm}^2}}$$

Výpočet síly pro odstřížení součásti z pásu plechu (operace f)):

Střížná síla podle vztahu (1.2):

$$F_{S4} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot S \cdot k_s = 1,2 \cdot 1,14 \cdot 0,45 \cdot 96 \text{ mm}^2 \cdot 423,5 \text{ MPa} = \underline{\underline{25 \text{ kN}}}$$

Střížná plocha:

$$S = O \cdot s = 32 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm} = \underline{\underline{96 \text{ mm}^2}}$$

Výpočet celkové síly:

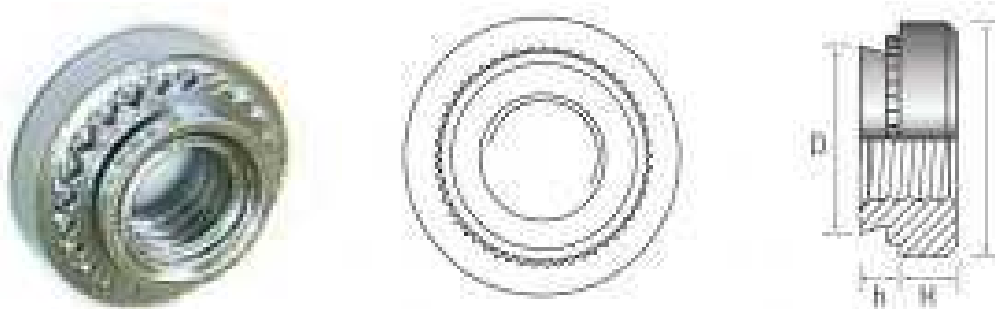
$$F_c = F_{S1} + F_O + F_K + F_{S2} + F_{S3} + F_{S4}$$

$$F_c = 412,5 \text{ kN} + 799 \text{ kN} + 60 \text{ kN} + 2 \cdot 34,4 \text{ kN} + 2 \cdot 12,3 \text{ kN} + 25 \text{ kN} = \underline{\underline{1390 \text{ kN}}}$$

Pro sdružený nástroj bude potřeba lis s minimální silou 1390 kN, volíme tedy excentrický lis LEK 250, který dokáže vyvinout sílu 2500 kN.

4.2.5 Dokončení součásti – zalisování matice

Použijte lisovací matici typ S (SS, CLS, CLSS)



Obr. 4.5 Matice typ S

Matice se vyrábí v těchto třech provedeních:

hliník	pro materiál tvrdost max. 50HRB
ocel pozinkovaná	pro materiál tvrdost max. 80HRB
nerez 400 series	pro nerez tvrdost max. 90HRB

Tab. 8 Materiál matic

Předepsaný závit M10x1,5 musí splňovat únosnost v krutu 30 Nm, což podle předepsané tabulky zkouší pracovník kontroly momentovým klíčem. Vybraný závit (podbarven šedě) všechny rozměrové i pevnostní parametry splňuje. Maximální síla potřebná k zalisování matice je 50,4kN.

Závit	Ozn.	Min. tl. mat.	D max	B ±0.2	H ±0.10	h max	Otvor + 0.1 - 0.1	Min. vzd. osy otvoru od kraje mater.	Pevnost v krutu (Nm)	Síla potřebná k zalisování hliník / ocel / nerez (kN)
M5x0.8	5-0	0.8	6.38	8.7	2.0	0.76	6.4	7.1	3.80	11.0 - 16.0 / 17.5 - 39.5 / 26.1 - 42.3
	5-1	1.0				0.97			4.50	
	5-2	1.4				1.37			6.90	
M6x1.0	6-0	1.2	8.72	11.5	4.1	1.37	8.75	8.6	17.80	17.5 - 33.8 / 26.2 - 37.1 / 39.6 - 49.2
	6-1	1.4				1.37			17.80	
	6-2	2.3				2.21			17.90	
M8x1.25	8-1	1.4	10.44	12.65	5.5	1.37	10.5	9.7	24.40	17.8 - 33.9 / 26.3 - 37.3 / -
	8-2	2.3				2.21			29.60	
M10x1.5	10-1	2.3	13.97	17.35	7.5	2.21	14.0	11,8	36.53	22.1 - 36.8 / 31.3 - 50.4 / -
	10-2	3				3.50			36.76	

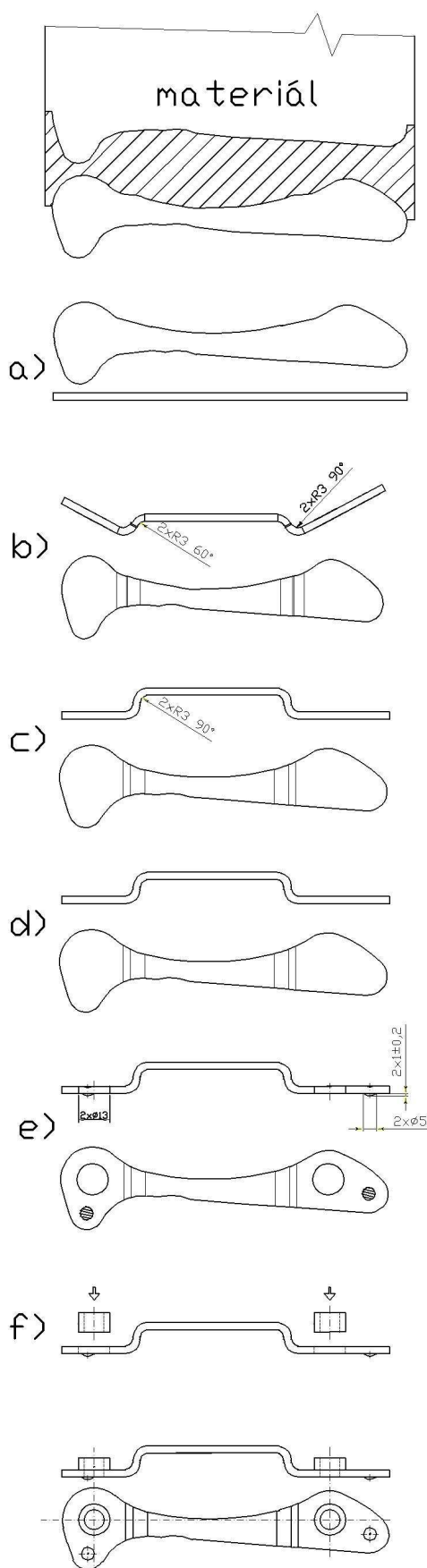
Tab. 9 Charakteristiky matic

4.3 Varianta 3

Z pásu plechu se vystřihne obrys výlisku, který použijeme na výrobu pravých i levých kusů. Každá další operace se bude provádět v samostatném přípravku. Je tedy potřeba jeden střížný nástroj, 5 přípravků pro pravý kus a 5 přípravků pro kus levý.

V operaci a) se vystřihne obrys budoucího držáku. Výstřižek se vloží do přípravku na první ohyb a ohne se (b)). V dalším kroku (c)) se ohyb dokončí a následuje kalibrace ohybu (d)). Přípravek e) vystřihne dva otvory pro nalisování matic a protlačí dva body pro svařování. V poslední operaci se nalisují matice, stejně jako u varianty 2.

Tato varianta výroby je jen málo automatizovaná. Pás plechu ze svitku je podáván do střížného nástroje podavačem, ale jiné přesuny materiálu mezi jednotlivými operacemi uskutečňují pracovníci.



Obr. 4.6 Postup výroby

4.4 Výběr nejvhodnější varianty

Z uvedených tří variant výroby musíme nyní vybrat tu nejvýhodnější. Při výběru budeme všechny varianty hodnotit z hledisek, na kterých nám nejvíce záleží. Po konzultaci se zástupci podniku byli zvoleny tyto čtyři kritéria:

Hledisko „**Náklady na strojní park**“ nám vyjadřuje, kolik strojů z našeho stávajícího strojního parku lze použít a kolik jich případně bude třeba pořídit.

Hledisko „**Stupeň automatizace výroby**“ vyjadřuje procento pracovníků, které bude třeba pro uvedenou výrobu.

Hledisko „**Prostorové nároky výroby**“ vyjadřuje kolik prostoru nám výroba zabere na dílně.

Hledisko „**Produktivita výroby**“ vyjadřuje produktivitu uvedené výroby.

Protože vybraná kritéria nejsou pro podnik stejně důležitá, přidělíme každému z nich určitou váhu přímo úměrnou jeho důležitosti a výběr nejvhodnější varianty realizujeme pomocí tabulky váhového hodnocení:

Číslo funkce	Definice funkce	Váha	Váhové hodnocení					
			Var.1		Var. 2		Var. 3	
			body	V_A	body	V_B	body	V_C
1	Náklady na strojní park	7	7	49	7	49	4	28
2	Stupeň automatizace výroby	9	9	81	7	63	1	9
3	Prostorové nároky výroby	5	4	20	3	15	1	5
4	Produktivita výroby	8	7	56	5	40	2	16
Celkové váhové hodnocení		29	27	-	22	-	8	-
Relativní plnění funkce			-	206	-	167	-	58
Pořadí			1		2		3	

Tab. 10 Tabulka váhového hodnocení

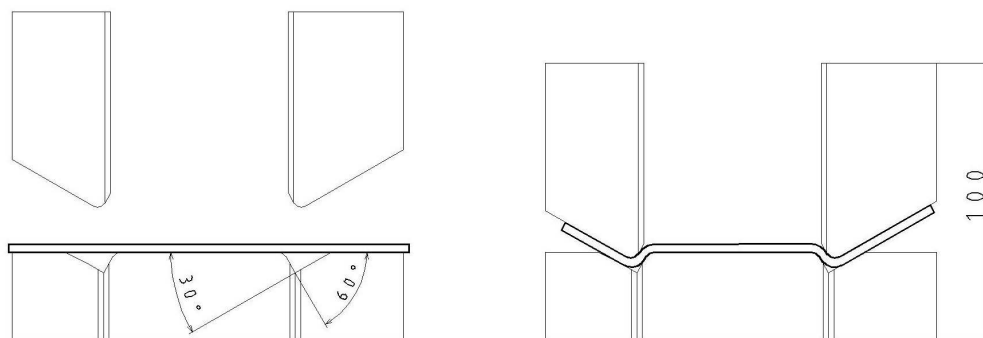
Původní varianta výroby vyšla podle hodnocení námi zvolenými kritérii z tabulky 10 jako nejvhodnější a předčila ostatní dokonce ve všech bodech hodnocení. Náklady na strojní park jsou nulové, automatizace je na vysoké úrovni, prostorové nároky jsou nejmenší a produktivita výroby nejvyšší. Pro výrobu tedy volíme původní variantu, kterou však v bodě 6. upravíme.

5. IDEOVÝ NÁVRH NÁSTROJŮ

Nástroj je konstruován tak, že jeho vzdálenost mezi základními deskami je po dosednutí na dorazy 100 mm. Úhel odpružení při prvních dvou operacích ohýbání neuvažujeme, protože ve třetím kroku ohyb kalibrujeme. Při konstrukci ohybníků nesmíme zapomínat na již předem vylisovaný závit a zajistit aby nedošlo k jeho poškození při ohýbání. Musíme tedy správně zvolit drážky v ohybnících, tzv. odlehčení, do kterých se závity během ohýbání a kalibrování bezpečně zasunou. Všechny ohybníky a části ohybnice jsou k základní desce přichyceny šrouby M8. Ohybnice je sestavená ze třech dílů a v případě potřeby vyměníme jen poškozenou část. Prostřední díl ohybnice je vybaven vyhazovačem zajišťujícím odlepení materiálu od nástroje a musí do něj být správně umístěny otvory pro zasunutí hledáček. Každá součást nástroje je konstruována tak, aby nemohlo dojít k jejich záměně (tvarový zámek). Níže jsou náčrty základního tvaru nástrojů pro tři operace ohýbání.

Návrh nástroje pro první ohyb:

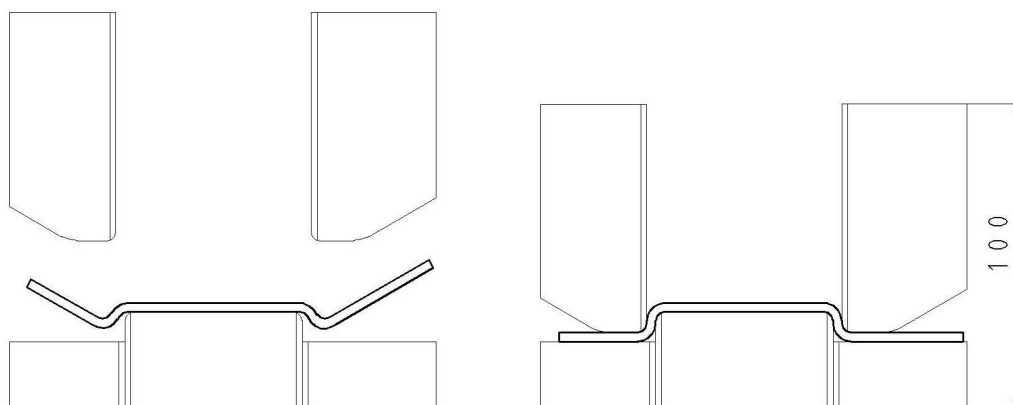
V prvním kroku nástroj ohne plech na ohybníku o poloměru 3 mm na dvou místech o 60° a na dvou místech o 90° . Výkresy jednoho ohybníku viz příloha 3 (výkres 160A-1), kraje ohybnice viz příloha 4a (výkres 160A-2) a výkres středové části ohybnice viz. příloha 5 (výkres 160A-3).



Obr. 5.1 Operace ohýbání

Návrh nástroje pro druhý ohyb (dohnutí):

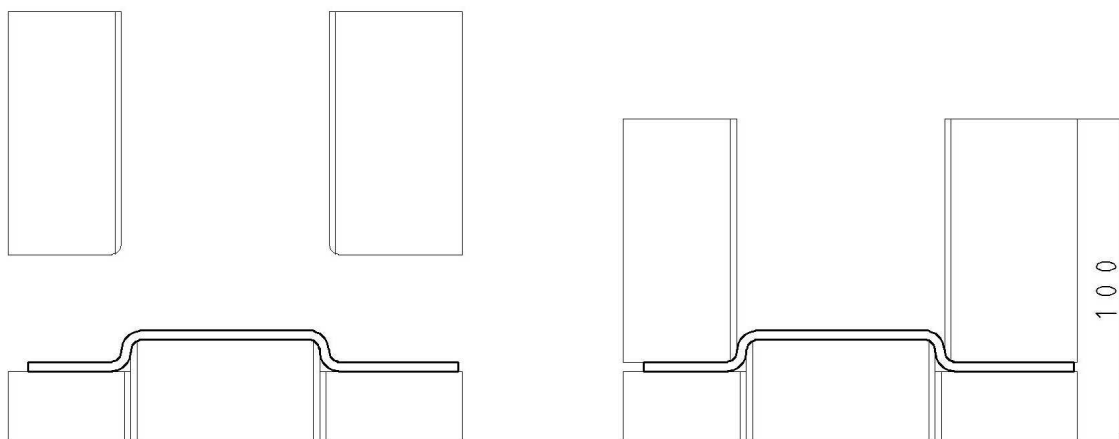
V následujícím kroku nástroj zajistí dohnutí šedesátistupňového ohybu až na konečnou hodnotu 90° .



Obr. 5.2 Operace dohnutí

Návrh nástroje pro kalibraci ohybu:

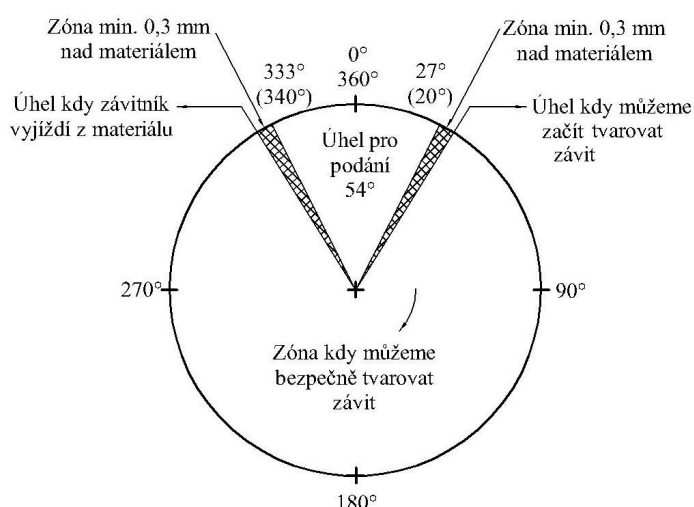
Nakonec se ohýbané plochy zkalibrují a tím se zajistí jejich správná vzájemná poloha. Součást se podrobí plastické deformaci v místě ohybu, hodnota odpružení se sníží, nebo případně úplně vymizí.



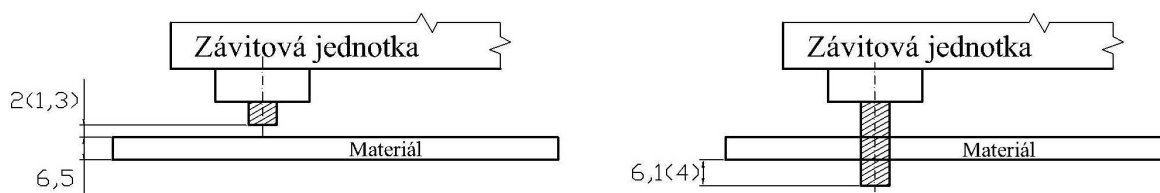
Obr. 5.3 Kalibrace ohybu

6. ROZBOR A NÁVRH ÚPRAVY NÁSTROJE

Požadavkem podniku je zvýšit produktivitu výroby a také navýšit trvanlivost závitníku. V dosavadní výrobě má závitník trvanlivost 2000 ks, tj. při 16 zdvích za minutu zhruba dvě hodiny. Výrobce však uvádí u závitu délky 6,5 mm a materiálem závitu S355MC trvanlivost až 70 000 ks. K docílení větší trvanlivosti závitníku musíme zajistit, aby se závit prořezával hlouběji do předlisovaného otvoru. Prodloužením jeho zdvihu získáme delší funkční část nástroje, jehož opotřebení bude trvat déle a trvanlivost vzroste. Délka pracovní části závitníku je funkcí výšky zdvihu lisu, součástí úpravy tedy musí být prodloužení zdvihu lisu. Původní zdvih lisu 158 mm zajišťoval zdvih závitníku 11,8 mm. Nová hodnota zdvihu lisu 208 mm je zvolená tak, že navýšení zdvihu o 40 mm přinese o 3,8 mm větší zdvih závitníku. Celkový zdvih závitníku tedy bude 14,6 mm. Pro zvýšení produktivity výroby musíme navýšit počet zdvihů lisu. Podavač podává materiál maximální rychlostí a krok 37 mm stihne podat v nejkratší době 0,42 s, což je hodnota původní výroby, tedy nelze ji dále snižovat. Pro urychlení tedy musíme zvětšit úhel pro podání (doba podání zůstane stejná, ale rychlost lisu vzroste). Nová hodnota vzdálenosti mezi tvářeným závitem a horní úvratí závitníku zvolíme 2 mm (Obr.6.2). Podavač může podat plech až když je závitník 0,3 mm nad vytvořeným závitem, tedy při nové hodnotě 333° (Obr.6.1) a krok musí dokončit než se klika lisu dostane do 27°, tedy 0,3 mm nad otvor pro nový závit. Úhel pro podání je tedy zvětšen o 35% z původních 40° na 54°. Rychlost lisu lze tedy zvětšit také o 35% a to z původních 16 zdvihů/min na 21,6 zdvihů/min. Závitník po úpravě vystoupí z vytvořeného závitu u 6,1 mm (Obr.6.2), což je hodnota o 2,1 mm větší než původní.

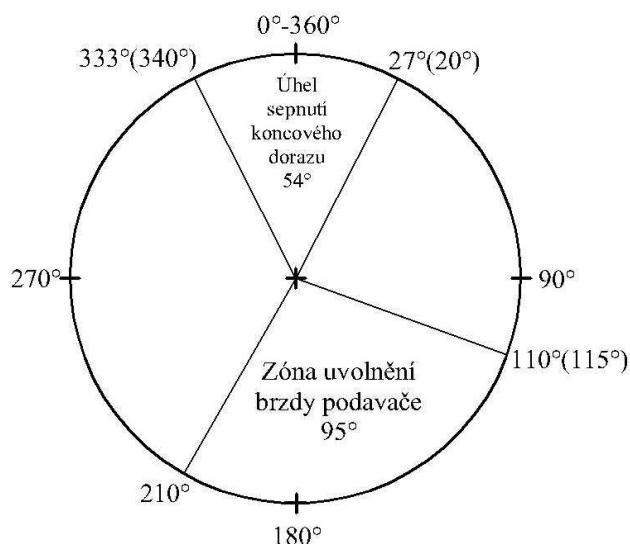


Obr. 6.1 Nový úhel podání materiálu
(v závorkách jsou uvedeny původní hodnoty)



Obr. 6.2 Závitník v nové maximální horní a dolní poloze
(v závorkách jsou uvedeny původní hodnoty)

Změní se také hodnoty úhlů pro sepnutí koncového spínače a pro uvolnění plechu přidržovačem (Obr.6.3). Spínač koncového dorazu musí sepnout od 333° nejpozději do 27°, když nesepe, krok nebyl úplný a lis zastaví. Aby hledáčky mohly plech ustavit ve správné poloze, uvolní podavač při 110° materiál a při 210° ho opět přichytí.



Obr. 6.3 Nové funkční úhly
(v závorkách jsou uvedeny původní hodnoty)

Nástroj byl původně osazen nízkými pouzdry pro vodící kolíky Ø50 (Obr.6.4), ze kterých při zvětšení zdvihu při horní úvrati lisu vodící kolíky vyjíždějí ven. Musí být tedy nahrazeny vyššími (Obr.6.5), které podle zásad lisování zajistí neustálé vedení nástroje i při zvětšení zdvihu o 40 mm. Rozměry nového pouzdra viz. příloha 6.

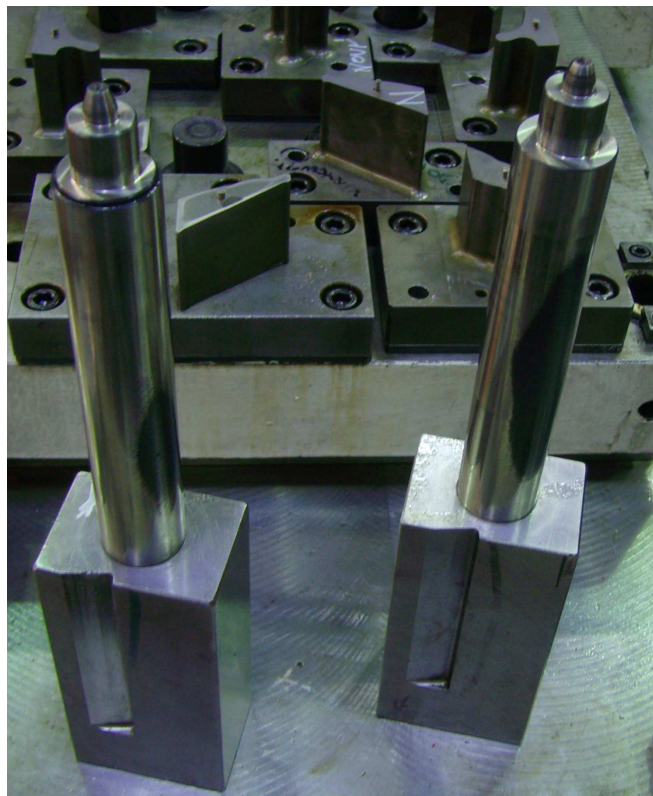


Obr. 6.4 Původní vodící pouzdro



Obr. 6.5 Nové vodící pouzdro

Závit se začíná vytlačovat ještě dříve než přidržovač nástroje dosedne na plech. Aby přidržovací kolíky přidrželi plech ještě než závitník začne tvářet závit, musí se prodloužit spolu se zvětšením zdvihu o 40 mm. Již prodloužené přidržovací kolíky jsou na obr.6.6.



*Obr. 6.6 Prodloužené
přidrřovací kolíky*

7. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ ÚPRAV

V této kapitole ekonomicky zhodnotíme provedené změny ve výrobě. Požadavkem podniku bylo navýšení trvanlivosti nástroje pro válcování závitů z důvodu jeho vysoké ceny a navýšení produktivity výroby (zkrácení strojního času), protože firma je nucena používat stroje sloužící k této výrobě i na výrobu jinou.

7.1 Zhodnocení trvanlivosti závitníku

Funkční část závitníku se prodloužila z původních 10,5 mm na 12,6 mm což má za následek navýšení počtu vyrobených součástí jedním závitníkem, tedy životnosti závitníku. Původně jeden závitník vytvaroval cca 2000 závitů a musel být nahrazen novým, protože vyráběné závity přestaly odpovídat požadované toleranci. Nyní, po zdokumentovaných úpravách vyhovuje tvar závitu na prvních cca 9000 kusech. Životnost závitníku je tedy prodloužena o 450%.

Hodnota tvářecího závitníku je při odběru nad 100 kusů 30 Euro, při kurzu 25,255 Kč za Euro (hodnota ze serveru www.finance.cz ke dni 27.4.2008) je cena 758 Kč. Protože je každá součást opatřena dvěma závity, při měsíční dávce 140 000 kusů držáků, musíme vyrobit 280 000 závitů. Při původní výrobě bylo na toto množství potřeba 140 kusů závitníků o celkové hodnotě 106 120 Kč, při výrobě upravené je zapotřebí závitníků pouze 31,1 za celkovou sumu 23 582 Kč. Za měsíční dávku tedy ušetříme na závitotvorných nástrojích 82 538 Kč.

Ještě před provedením úprav bylo nařízeno použité závitníky shromažďovat v nástrojárně a nerecyklovat je. Nyní, kdysi již nepoužitelné závitníky, můžeme znovu použít na alespoň krátkou dobu a tím ušetřit další finance.

7.2 Zhodnocení produktivity

Popsanou úpravou jsme zkrátily dobu jednoho zdvihu, tudíž zvýšily rychlost lisu. Původně měl lis rychlost 16 zdvihů za minutu, nyní je 21,6 zdvihů za minutu. Ve sdruženém nástroji se tváří vždy pravý a levý držák současně, na výrobu 140 000 ks je tedy, když zanedbáme načínání pásu plechu, potřeba 70 000 zdvihů.

Původní rychlostí trvalo zmíněné množství zdvihů 72 hod. a 54 min., s navýšením rychlosti se tento čas zkrátí na 54 hod., ušetříme tedy 18 hod. a 54 min. každý měsíc, což představuje navýšení produktivity výroby o 35%. Uspořený strojní čas můžeme využít pro jinou výrobu na stejném strojním zařízení.

8. ZÁVĚR

Mým úkolem bylo navrhnout vhodné technologie pro výrobu zadané součásti, která slouží jako část posouvacího mechanismu sedadla automobilu Peugeot 308, porovnat navržené varianty s variantou původní a vybrat z nich pro nás tu nejvhodnější. Vzhledem k počtu vyráběných kusů a složitosti součásti se původní varianta, při níž se všechny operace uskutečňují v jednom sdruženém nástroji, zdá jako nejvhodnější a nejproduktivnější. Pokud bychom chtěly celou součást vyrobit podle jiné navrhované varianty byly by náklady na výrobu příliš vysoké, celá výroba by byla příliš zdlouhavá a bylo by zapotřebí velké množství pracovníků.

Dále jsem navrhl způsob úpravy nástroje tak, aby vyhovoval požadavkům podniku. Životnost nástroje pro tváření závitů se prodlouží a produktivita výroby se zvýší. O trvanlivosti nástroje se nedá hovořit, protože tvářecí závitník se nedá brousit, ani jiným způsobem ostřit. Z ekonomického hodnocení celého projektu vyplývá, že se navržené změny ve výrobě držáku jeví jako velice ekonomicky výhodné

V příloze jsou k dispozici výrobní výkresy součásti, ohybníku a jednotlivých částí ohybnice. Dále je zde k nahlédnutí nástřihový plán pro původní variantu výroby.

Úplným závěrem bych chtěl zmínit, že navržené změny (jak už jsem naznačil v ekonomickém zhodnocení) se v podniku UniTools PRESS CZ a.s. podařilo zrealizovat a prakticky funguje vše podle teoretických návrhů.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] RUMÍŠEK, Pavel. *Automatizace výrobních procesů II : Tváření*. 1. vyd. Brno : MON, 1990. 192 s. ISBN 80-214-0221-0.
- [2] KOLEKTIV AUTORŮ, *Lisování*. 1. vyd. Praha : SNTL, 1971. 544 s.
- [3] NOVOTNÝ, Karel. *Tvářecí nástroje*. 1. vyd. Brno : VUT Brno, 1992. 186 s. ISBN 80-214-0401-9.
- [4] NOVOTNÝ, Karel. *Nástroje a přípravky, část 1 - tváření*. 1. vyd. Praha : SNTL, 1985. 179 s.
- [5] DVOŘÁK, Milan. *Technologie tváření, plošné a objemové tváření*. 1. vyd. VUT Brno : CERM, 2003. 170 s. ISBN 80-214-2340-4.
- [6] TIŠNOVSKÝ, Miroslav, MÁDLE, Luděk. *Hluboké tažení plechu na lisech*. 1. vyd. Praha : SNTL, 1990. 200 s. ISBN 80-03-00221-4.
- [7] FOREJT, Milan. *Teorie tváření a nástroje*. 1. vyd. Nakladatelství VUT v Brně. Brno : Rekrorát Vysokého učení technického v Brně, 1991. 187 s. ISBN 80-214-0294-6.
- [8] NOVOTNÝ, J., LANGER, Z. *Stříhání a další způsoby dělení kovových materiálů*. 1. vyd. Praha : SNTL, Redakce báňské a strojírenské literatury, 1980. 216 s. L 13-B3-IV- 41/22674.
- [9] DOBROVOLNÝ, Bohumil. *Konstrukce nástrojů pro lisy*. 1. vyd. Praha : Josef Hokr, 1944. 783 s.
- [10] DVOŘÁK, Milan. *Technologie II*. 1. vyd. Brno : CERM, VUT Brno, 2001. 238 s. ISBN 80-214-2032-4.
- [11] *Technologie II : Tváření kovů* [online]. Liberec : 2005 [cit. 2008-04-13]. Český. Dostupný z WWW: <http://www.ksp.vslib.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/07.htm>.
- [12] *Bohdan Bolzano* [online]. 1998 , 12.3.2008 [cit. 2008-03-02]. Dostupný z WWW: <<http://www.bolzano.cz>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Označení	Legenda	Jednotka
k_s	střížný odpor	[MPa]
F_s	střížná síla	[N]
S_s	plocha stříhu	[mm ²]
k_1	koeficient charakterizující kvalitu střížné hrany	[-]
k_2	koeficient charakterizující tření mezi materiálem a stříž	[-]
k_3	koeficient charakterizující průběh stříhu	[-]
A	práce	[J]
k	koeficient závisející na typu a tloušťce materiálu	[-]
h	výška zešikmení stříhu	[mm]
z	Střížná mezera	[mm]
τ_s	mez pevnosti ve stříhu	[MPa]
t	tloušťka materiálu	[mm]
v	střížná vůle	[mm]
c	koeficient závisející na typu stříhání	[-]
η	součinitel využití materiálu	[%]
S_o	plocha součástí	[mm ²]
S_p	plocha polotovaru	[mm ²]
ρ	poloměr neutrální plochy	[mm]
R	poloměr ohybu	[mm]
s	tloušťka plechu	[mm]
R_{min}	minimální poloměr ohybu	[mm]
ε_m	maximální poměrné přetvoření	[%]
c_m	součinitel závislý na druhu materiálu	[-]
x	součinitel polohy neutrální plochy	[-]
M_0	ohybový moment	[Nm]
$\Delta \sigma$	přírůstek napětí	[MPa]
ρ'	Neodpružený poloměr neutrální osy	[mm]
$\alpha'-\alpha$	úhel odpružení	[°]
I	moment setrvačnosti ohýbaného průřezu	[mm ⁴]
l	délka středního oblouku ohybu	[mm]
E	modul pružnosti v tahu	[MPa]
M	ohybový moment	[Nm]
β	úhel odpružení	[°]
Re	mez kluzu	[MPa]
l_m	rameno ohybu	[mm]
l	vzdálenost ohýbacích hran	[mm]
R_m	mez pevnosti v tahu	[MPa]
b	šířka součásti	[mm]
A_0	ohýbací práce	[J]
F_0	síla přidržovače	[kN]
h	hloubka ohybnice	[mm]
m	opravný koeficient	[-]
φ	úhel ohybu	[°]
l_0	délka neutrální plochy	[mm]
S	kalibrovaná plocha polotovaru	[mm ²]
p	měrný tlak pro kalibraci	[MPa]
$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$	hlavní napětí	[MPa]

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$	logaritmické deformace	[-]
D_0	průměr přístřihu	[mm]
d	průměr výtažku	[mm]
k_p	součinitel určující nutnost použití přidržovače	[-]
z	materiálová konstanta	[-]
F_p	síla přidržovače	[N]
S_p	činná plocha pod přidržovačem	[mm ²]
p_p	měrný přidržovací tlak	[MPa]
O_t	obvod tažné hrany	[mm]
F_t	tažná síla	[N]
C	součinitel zaplnění diagramu	[-]
F_{sp}	Síla na ostřížení příruby	[N]
n	součinitel otupení	[-]
m_n	Součinitel tažení	[-]
d_n	průměr vytažené součásti	[mm]
d_{n-1}	průměr vytažené součásti v předchozím tahu	[mm]

SEZNAM PŘÍLOH:

1 – Výkres součásti

2 – Nástřihový plán

3 – Výkres ohybníku 160A-1

4 – Výkres ohybnice 160A-2

5 – Výkres ohybnice 160A-3

6 – Rozměry nového pouzdra