

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**

Pedagogická fakulta – Katedra fyziky

Třískové obrábění se zaměřením na nástroje a technologie při soustružení

Bakalářská práce

Vedoucí práce: PaedDr. Bedřich Veselý, Ph.D.

Autor: Michal Vondrášek

## **Anotace**

Práce pojednává o problematice třískového obrábění, zejména o soustružení a o vhodnosti použitých nástrojů. Úvod práce je zaměřen na význam třískového obrábění v širších souvislostech a návaznostech na ekonomiku.

Dále jsou rozpracovány definice a základní pojmy třískového obrábění. Práce se věnuje zejména nástrojům pro soustružení, materiálům, z nichž jsou nástroje vyrobeny a vhodnosti jejich použití pro jednotlivé postupy a druhy obráběných materiálů. Celý text je didakticky pojatý, aby byl dobře využitelný ve výuce.

## **Abstract**

This bachelor thesis is focused on cutting operation, particularly on turning and about the appropriateness of the used tools. The first part of the thesis is focused on the importance of cutting operation in a broader context and in relation to economy. The definitions and basic concepts of the cutting operation are described in the second part. The thesis is mainly focused on tools for turning, materials which the tools are made of and on the appropriateness of their use for different types of procedures and machined materials. The whole text is didactically conceived to be usable in teaching.

## **Prohlášení:**

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě - v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum:

Podpis studenta:

## **Poděkování:**

Rád bych poděkoval vedoucímu práce PaedDr. Bedřichu Veselému, Ph.D. za odborné připomínky, konzultace, vedení a velmi vstřícný přístup, který mi pomohl při zpracování této práce.

Úvod .....	7
<b>1 Základní pojmy .....</b>	<b>8</b>
1.1 Co je obrábění? .....	8
1.2 Co je třískové obrábění?.....	8
<b>2 Základní pojmy třískového obrábění.....</b>	<b>8</b>
2.1 Obrobek.....	8
2.2 Nástroj.....	9
2.2.1 Řezné úhly nástroje.....	10
2.2.2 Břítový diagram čela.....	11
2.2.3 Nástroje pro třískové obrábění (soustružení).....	12
2.2.4 Hlavní dělení nástrojů.....	12
<b>3 Základní pohyby při obrábění.....</b>	<b>12</b>
<b>4 Soustružení.....</b>	<b>13</b>
4.1 Způsoby soustružení.....	14
4.2 Postavení nože k ose rotace.....	14
4.3 Řezná rychlost obecně.....	15
4.4 Řezné podmínky (trvanlivost břitu v řezu).....	16
4.5 Upínání destiček ze slinutých karbidů.....	18
4.6 Některé tvary nožů ze slinutých karbidů.....	18
4.6.1 Opotřebenění destiček.....	19
4.6.2 Klasifikace obráběcích materiálů podle ISO 513.....	22
4.7 Určení nástroje podle směru obrábění.....	24
4.8 Hlavní části univerzálního hrotového soustruhu.....	25
4.9 Způsoby upnutí.....	25
4.9.1 Mezi hroty.....	26
4.9.2 Do univerzálního sklíčidla.....	27
4.9.3 Upínání na trny a do kleštín.....	29
4.9.3.1 Pevný kuželový trn.....	29
4.9.3.2 Válcový trn.....	30
4.9.3.3 Rozpínací trn.....	31
4.9.3.4 Letmé trny.....	32
4.9.3.5 Kleština.....	33
<b>5 Síly působící na břit soustružnického nože.....</b>	<b>33</b>
<b>6 Vybrané operace soustružení.....</b>	<b>34</b>
6.1 Podélné soustružení dlouhých obrobků.....	34
6.1.1 Torzní chvění.....	34
6.1.2 Radiální chvění.....	35
6.1.3 Pevná luneta.....	36
6.1.4 Pohyblivá luneta.....	37
6.2 Navrtávání, vrtání a vyvrtávání otvorů.....	37

6.2.1	Navrtávání.....	37
6.2.1.1	Tvary a rozměry středících důlků.....	38
6.2.1.2	Základní druhy středících vrtáků.....	39
6.2.2	Vrtání otvorů.....	40
6.2.2.1	Druhy vrtáků a jejich rozdělení: .....	40
6.2.2.2	Nástroje provrtání středně hlubokých děr do 1:6D .....	42
6.2.2.3	Vypichování otvorů.....	44
6.2.2.4	Vyvrtávání.....	44
6.3	Soustružení válcových a čelních ploch .....	47
6.4	Soustružení drážek.....	47
6.4.1	Rozdělení drážek.....	47
6.4.2	Dělení materiálu upichováním.....	48
6.5	Řezání vnitřních závitů pomocí závitníků.....	48
6.5.1	Druhy závitníků.....	48
6.5.2	Závity-názvy a definice .....	49
6.5.3	Druhy závitů a jejich značení.....	50
6.5.3.1	Metrický závit.....	50
6.5.3.2	Whitworthův závit.....	51
6.5.3.3	Trubkový závit.....	52
6.5.4	Nástrojové držáky, do kterých upínáme závitníky.....	53
6.5.5	Řezání vnějších závitů .....	54
6.5.5.1	Nástroje pro výrobu závitů řezáním .....	54
6.5.5.2	Nástroje pro výrobu závitů válcováním .....	55
6.5.5.3	Nástrojové držáky.....	56
6.5.6	Soustružení kužele na univerzálním hrotovém soustruhu.....	56
6.5.7	Soustružení tvarových ploch.....	58
6.5.7.1	Způsoby soustružení tvarových ploch.....	58
6.5.7.2	Výroba tvarových součástí kopírováním.....	59
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>61</b>
<b>8</b>	<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>62</b>

## Úvod

Cílem této práce je systematicky uspořádat a rozdělit způsoby třískového obrábění se zaměřením na soustružení a vypracovat názorný a metodicky pojatý text zvoleného tématu, tak aby byl dobře použitelný ve vyučovací praxi.

Vzhledem k situaci ve společnosti, kdy probíhá nejen krize ve výrobě, ale sílí konkurence asijských výrobců, např. z Číny, Taiwanu, Korey, je nutné hledat úspory, ve všech oblastech společenské činnosti. Výrobní kapacity se v poslední době přesouvají zvláště do služeb. Dříve pracovalo 60% pracovní síly ve výrobě a dnes působí 70% ve službách. Tento postup není dlouhodobě ekonomicky udržitelný. Je nutné zvýšit výrobní kapacity a výrobu samotnou. Je třeba vrátit se ke strojírenské výrobě, ve které jsme patřili ke světové špičce.

Každý způsob zpracování materiálu při výrobě má své výhody i nevýhody. Tyto výrobní postupy je třeba posoudit, dle požadovaných vlastností a předpokládaného množství výrobků. Je nutno posoudit především hospodárnost výroby. Například odlévání výrobku do ocelové formy znamená vysoké náklady na její výrobu, ale v dlouhodobém aspektu přináší velké množství kvalitních, rozměrově i tvarově přesných výrobků. Kování, použité při výrobě ozubeného kola navíc vylepšuje vlastnosti hotového výrobku tím, že průběh vláken materiálu kopíruje vnější tvar součásti a tím zvyšuje její pevnost. U těchto výrobních postupů se ovšem nevyhneme vysokým vstupním investicím na výrobu přípravků, strojů a nástrojů. Každá technologie má své výhody i nevýhody. Můžeme posuzovat cenu, mechanické vlastnosti, nároky na zařízení a mnoho dalších aspektů. Ale ani při využití zmíněných technologií se třískovému obrábění vždy nevyhneme, protože je nutné pro dokončovací operace, kdy např. kování nelze dosáhnout dostatečné přesnosti a kvality povrchu, nebo při kusové výrobě. V těchto případech musíme alespoň funkční plochy dokončit obrobením. Pro kusovou výrobu, nebo vývoj se třískové obrábění jeví jako ekonomicky nejvýhodnější. Je zde sice vysoká spotřeba materiálu, protože ho mnoho skončí jako odpad, ale investice do drahého zařízení se u malého množství vyrobených kusů nevyplatí.

# 1 Základní pojmy

Dříve, než se začneme zabírat vlastním tématem této práce, musíme se seznámit s pojmy, které jsou stěžejní pro pochopení problematiky teorie třískového obrábění a tvorby třísky.

## 1.1 Co je obrábění?

Obrábění můžeme definovat jako činnost, která má za účel dosažení potřebného tvaru, rozměru a jakosti povrchu.[8]

## 1.2 Co je třískové obrábění?

Třískové obrábění je vlačování řezného klínu (břitu) do materiálu, za účelem dosažení potřebného tvaru, rozměru a jakosti povrchu.[8] Abychom toho mohli dosáhnout, musí být překonána soudržnost materiálu (oddělení třísky). Dochází zde ke vzniku třísky, jako odpadu.

# 2 Základní pojmy třískového obrábění.

## 2.1 Obrobek

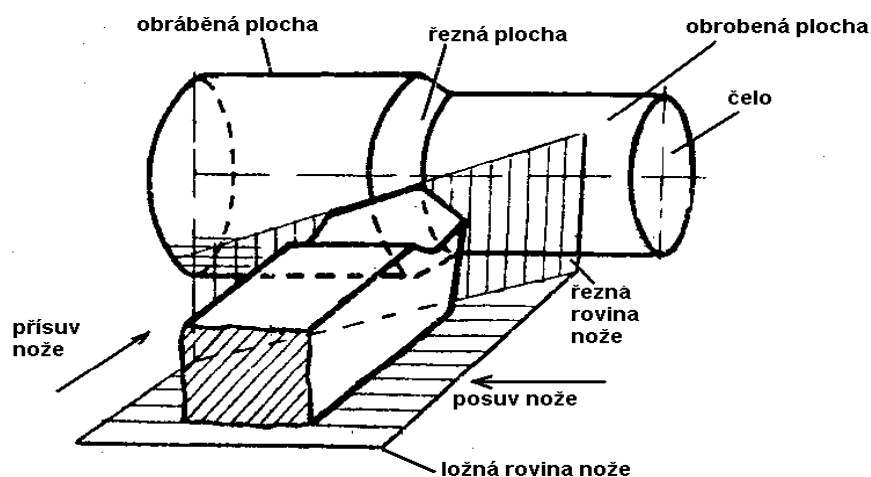
Obrobek je materiál ve formě polotovaru, určený k obrábění.

**Plochy na obrobku:[1.2.8]**

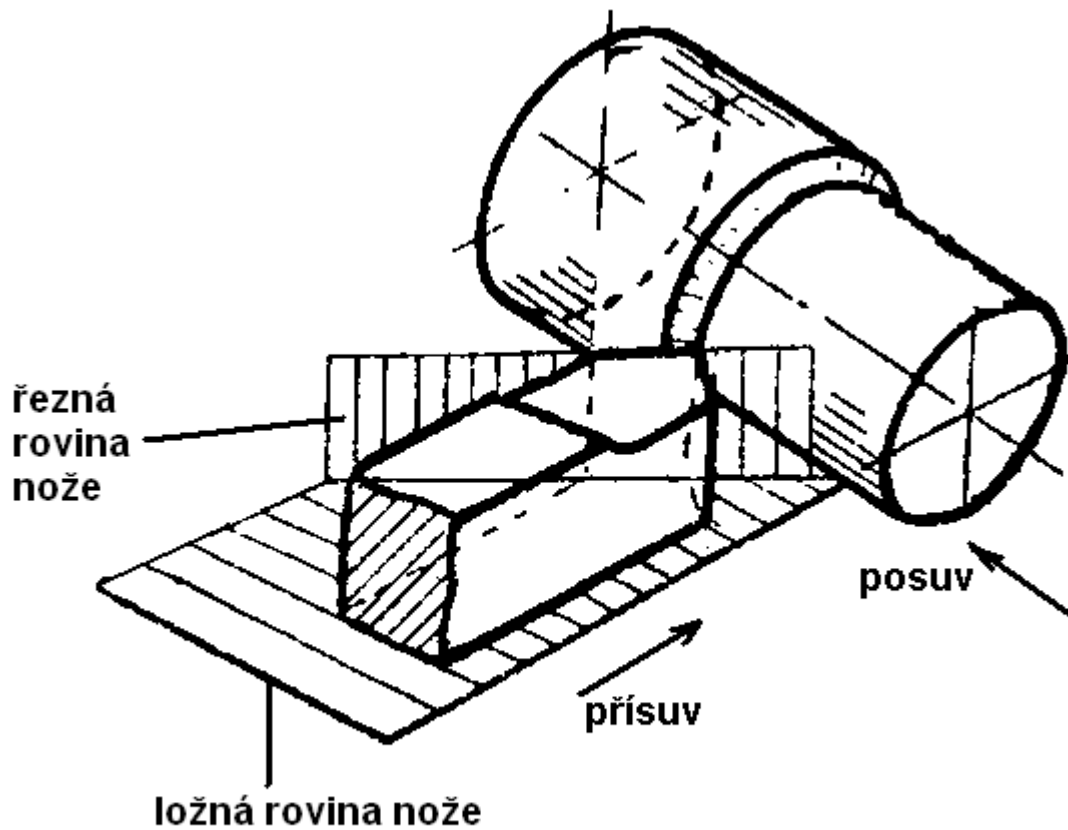
**Obráběná plocha** – je plocha, kterou tvoří původní plocha polotovaru, kterou budeme obrábět.

**Obrobená plocha** – je plocha vznikající obráběním

**Řezná plocha** – je většinou dočasná plocha, vzniklá bezprostředně za ostřím nástroje.







## 2.2 Nástroj

**Základní prvky na nástroji vznikající průnikem ploch a hran jsou:**

**Řezný klín** je pracovní (činná) část řezného nástroje

**Plochy na nástroji jsou:**

**Plocha hlavního hřbetu** je přikloněna k řezné ploše obrobku

**Plocha vedlejšího hřbetu** je přikloněna k obrobené ploše obrobku

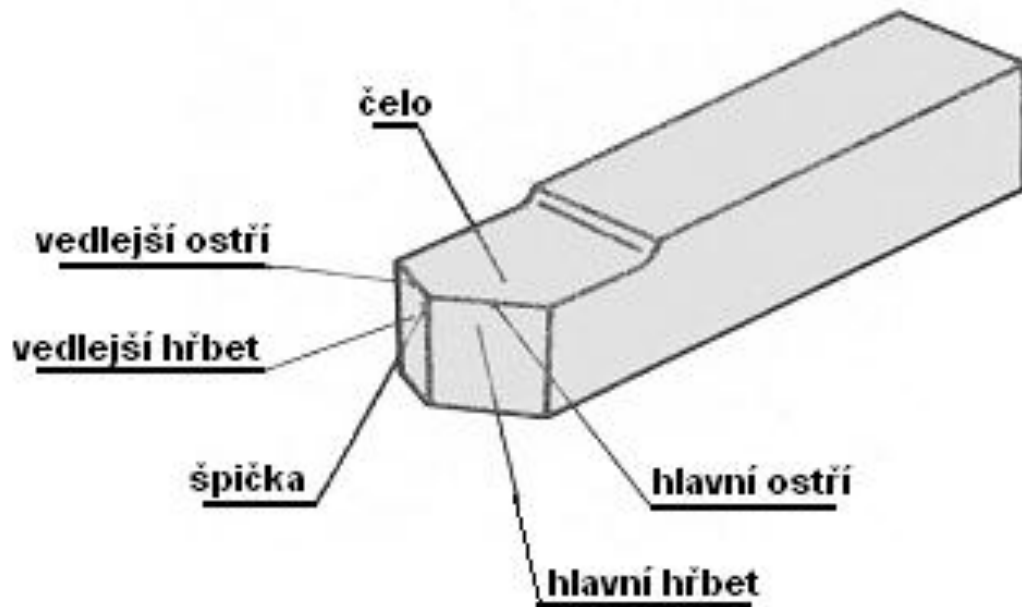
**Plocha čela** je plocha, po které odchází tříska

**Břit**, který tvoří bezprostřední okolí ostří a je tvořen plochou čela, plochami hlavního a vedlejšího hřbetu, ostřím a špičkou.

**Hlavní ostří** tvoří průnik hlavního hřbetu a čela

**Vedlejší ostří** je průnik vedlejšího hřbetu a čela

**Špička nástroje** vzniká průnikem hlavního a vedlejšího ostří



### 2.2.1 Řezné úhly nástroje.

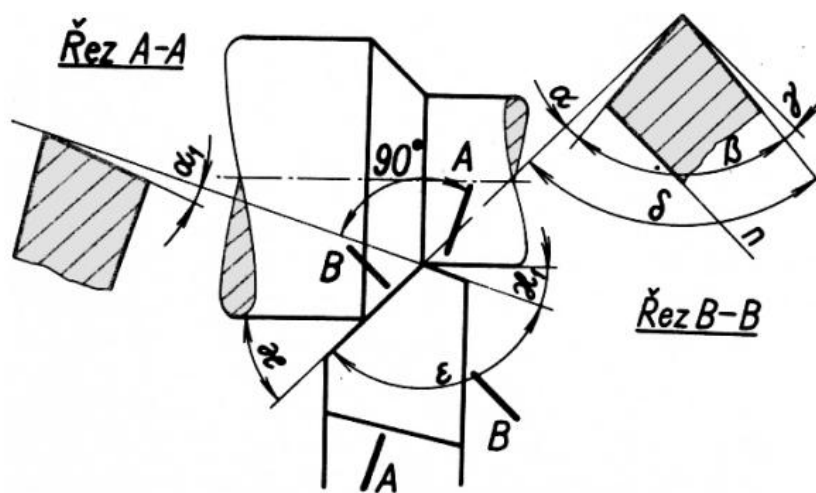
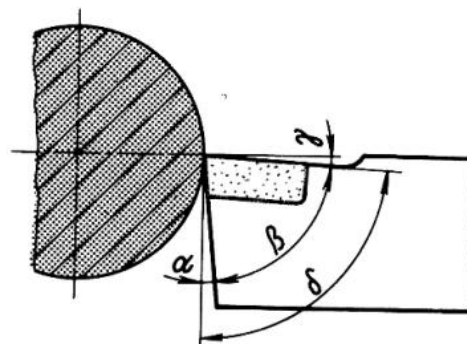
$\alpha$  - úhel hřbetu

$\beta$  - úhel břitu

$\gamma$  - úhel čela

$\delta$  - úhel řezu

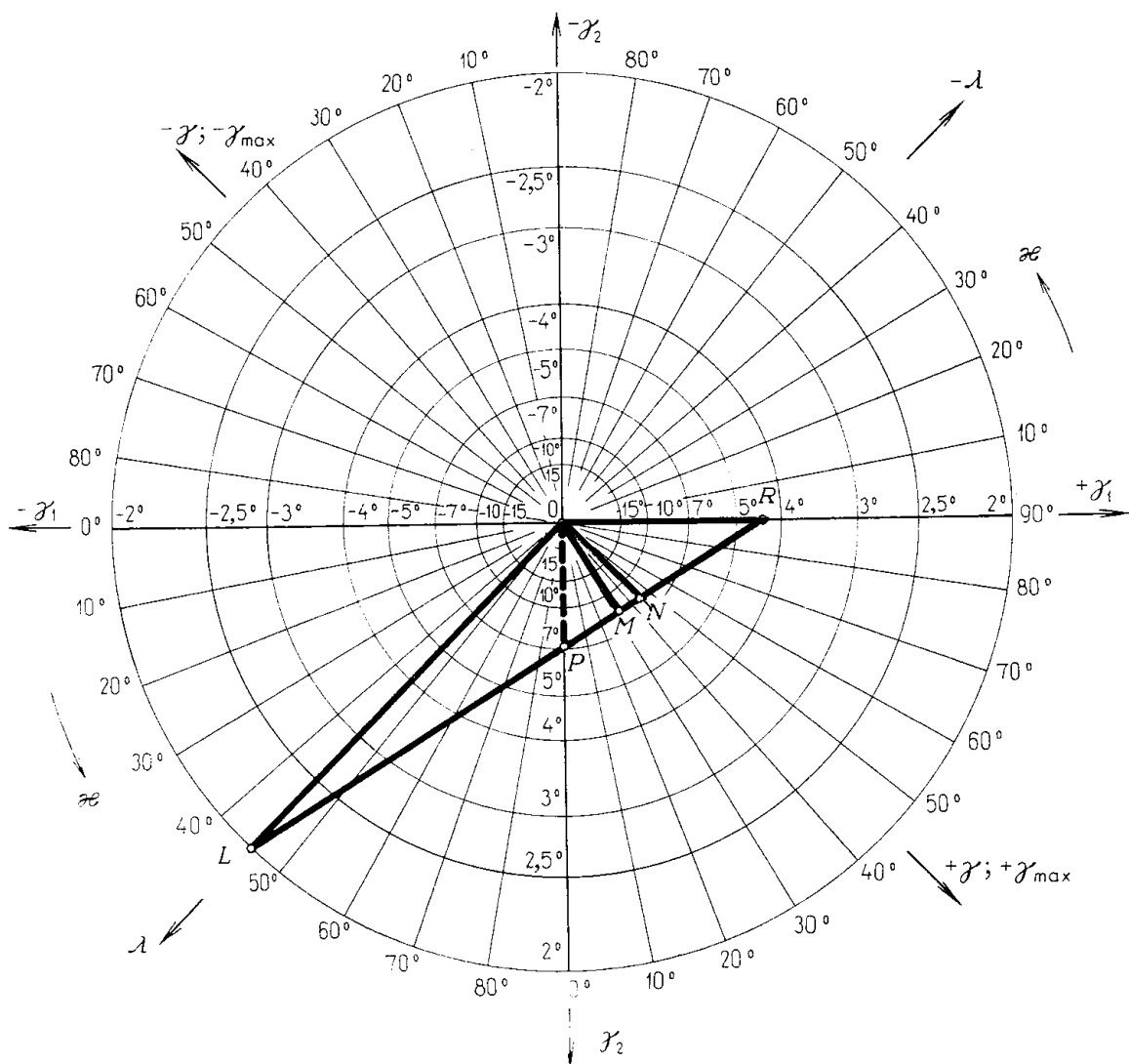
$\kappa$  - úhel nastavení k ose rotace



## 2.2.2 Břítový diagram čela

[1.8.10]

Břítový diagram slouží k určení polohy spojnice dvou bodů, odpovídajících dvěma úhlům čela. Poloměry kružnic diagramu odpovídají poměru kotangent úhlů čela. Diagram se obvykle kreslí v měřítku, umožňujícím dobrou srozumitelnost a čitelnost.



### 2.2.3 Nástroje pro třískové obrábění (soustružení).

Nástroje pro třískové obrábění musí splňovat mnoho důležitých požadavků, a to zejména;

- Tuhost nástroje
  - Snadné upínání
  - Správné umístění řezné části (řezné destičky v držáku)
- a jsou charakterizovány tvarem, rozměry a počtem břitů.

### 2.2.4 Hlavní dělení nástrojů.

Základní rozdělení nástrojů podle řezného materiálu, tvaru nožového tělesa a polohy hlavního břitu. [6.7.11]

a) podle druhu nástrojového materiálu;

- Nástrojová nelegovaná ocel (NO). 250°C
- Rychlořezná ocel (HSS). 660°C
- Slinutý karbid. (C – nepovlakovaný slinutý karbid, GC – povlakovaný slinutý karbid, CT – cermet) 900°C
- Řezná keramika (oxid hlinitý- $\text{Al}_2\text{O}_3$ , nitrid křemíku- $\text{Si}_3\text{N}_4$  - CC – keramika, CBN – kubický nitrid boru) 1200°C
- Diamant (PKD – polykrystalický diamant)

b) podle způsobu zhotovení;

- Celistvé.
- S připájenou, přivařenou, přilepenou řeznou částí.
- S mechanicky upínanou řeznou destičkou.

c) podle druhu obrábění;

- Soustružení – vnější, vnitřní.
- Frézování - rovinné, tvarové.
- Vrtání, vyvrtávání.
- Broušení.
- Jiné třískové obrábění.

## 3 Základní pohyby při obrábění.

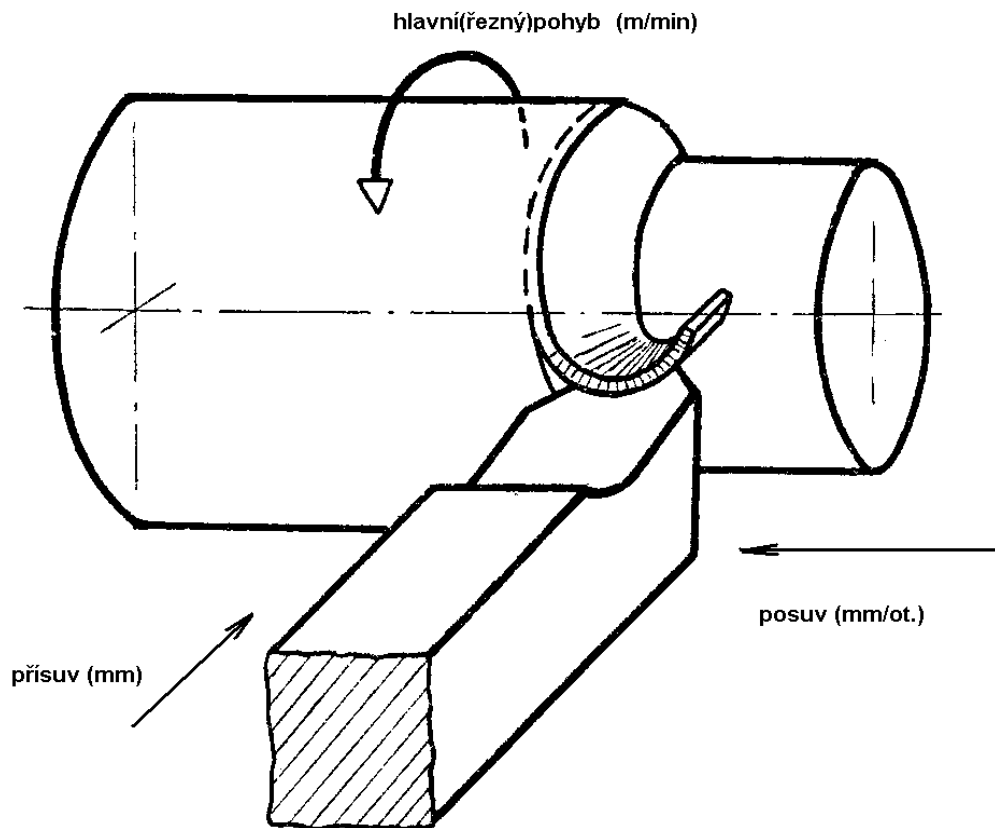
1) Hlavní pohyb je výsledný pohyb nástroje i obrobku (vždy musí být mezi nimi pohyb určitou rychlostí) a spolu s posuvem tvoří řezný pohyb

$$\text{řezná rychlost} = (v_c = \frac{\pi \times D_c \times n}{1000}).$$

2) Posuv – vykonává nástroj nebo obrobek ve směru lišícím se od hlavního pohybu. Velikost posuvu nám ovlivňuje objem třísky.

- Posuv obecný -  $f_v$  [mm/min] - posuv stolu

- Posuv na otáčku -  $f_n$  [mm./ot.] -  $f_v = n \times f_n$   $n = [\text{ot./min.}]$ ,  $f_{ot} = [\text{mm./ot.}]$
- Posuv na zub -  $f_z$  [mm/zub] -  $f_v = n \times z \times f_z$   $f_v = \text{posuv stolu [mm/min.]}$   
 $n = [\text{ot./min.}]$   $z = \text{počet zubů nástroje. } f_z = \text{posuv [mm/zub]}$
- 3) Přísuv – pohyb nástroje na předepsanou hloubku řezu.



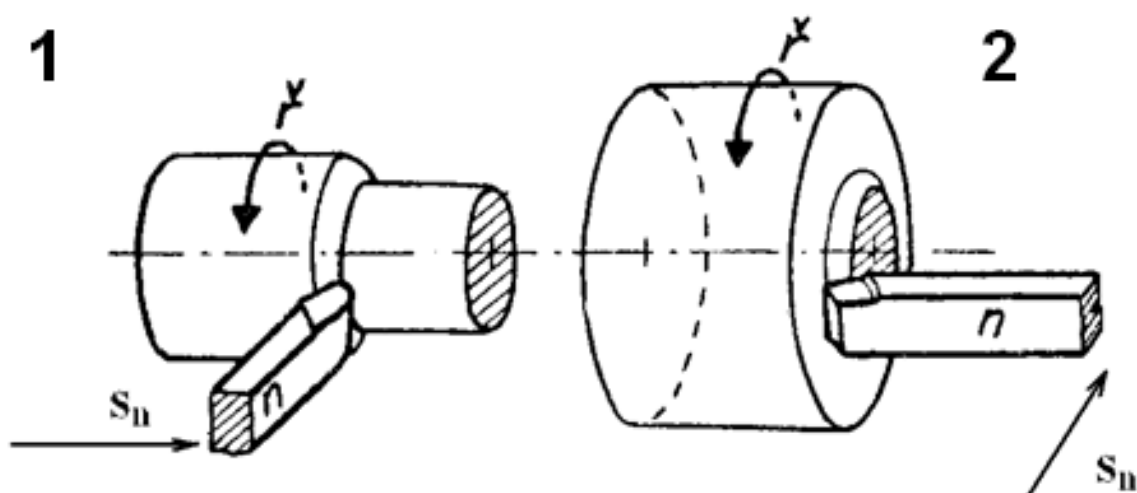
## 4 Soustružení.

Soustružení je třískové obrábění předmětu s jedinou osou symetrie (osou rotace). Obrobek rotuje, nástroj se posouvá do řezu (posuv a přísuv).

## 4.1 Způsoby soustružení

1- Podélné (axiální) soustružení, je obrábění povrchu, nebo díry. Pohyb posuvu  $s_n$ , je rovnoběžný s osou rotace.

2- Příčné (radiální) soustružení, je obrábění čelních ploch, směr posuvu  $s_n$ , je kolmý na osu obrobku. Obrábí se čela obrobku, nebo hrany odlitků. Vzhledem k měnícímu se průměru obrábění se mění řezná rychlost.



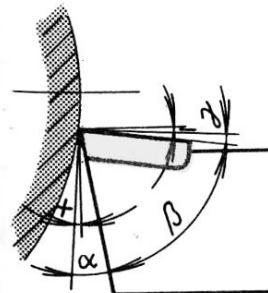
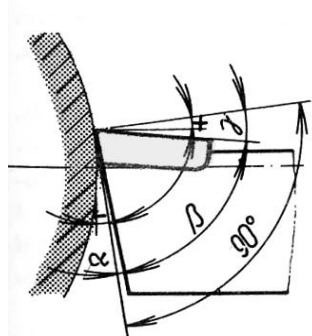
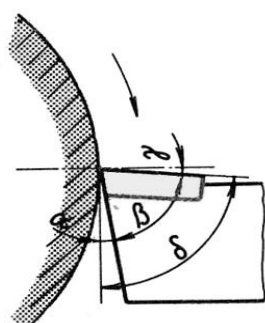
## 4.2 Postavení nože k ose rotace.

Znamení změna řezných úhlů.

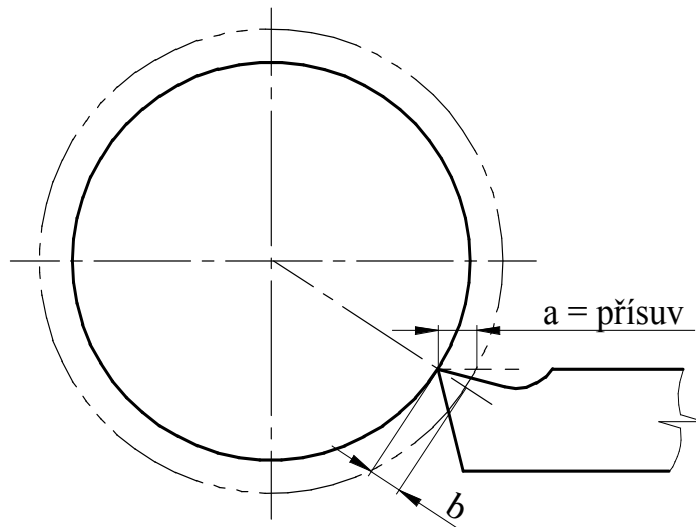
v ose

nad osou (+)

pod osou (-)



Při jiném nastavení nástroje než do osy rotace nám také nebude souhlasit změna rozměru obrobku s hodnotou natočení stupnice posuvového šroubu. (odměření přísluvu).

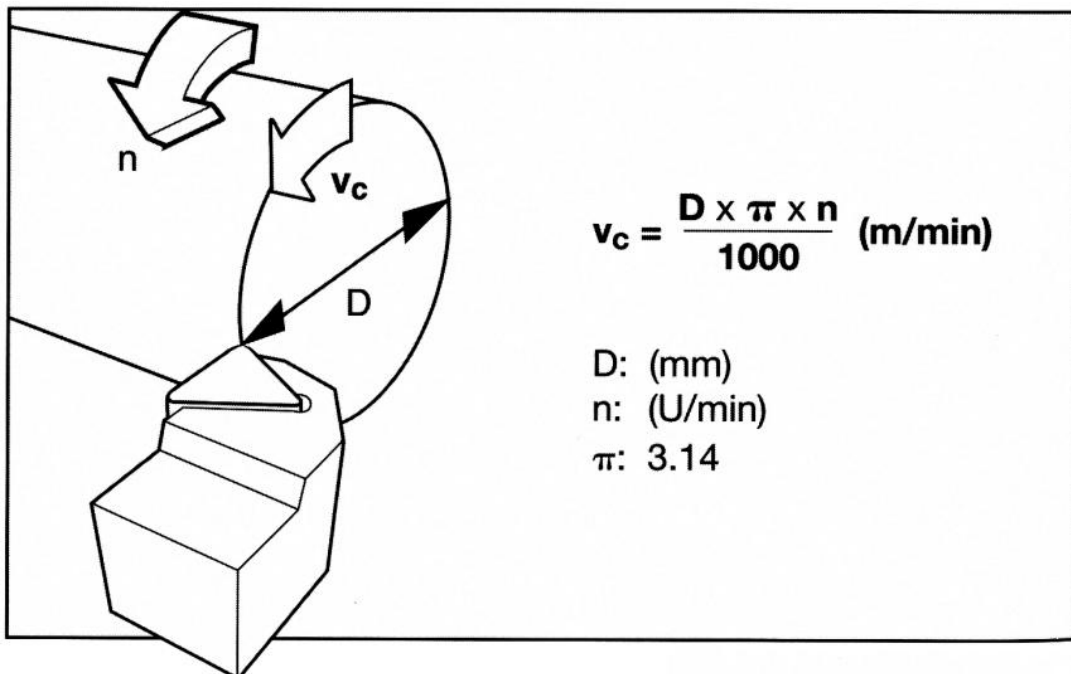


Rozměr b je menší než rozměr přísuvu (a).

### 4.3 Řezná rychlost obecně.

Značíme  $V_c$

Je to vzdálenost, kterou urazí bod styku nástroje s obrobkem, za určitou časovou jednotku. (m/min) Řeznou rychlost můžeme také definovat jako obvodovou rychlost obrobku v místě řezu. [8,10,11]



U rotačních strojů platí tento vzorec pro výpočet řezné rychlosti

:Moderní stroje mají konstantní řeznou rychlost.

Otáčky pro obráběný průměr  $D$  pak vypočítáme podle odvozeného

vzorce: 
$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D}$$

#### 4.4 Řezné podmínky (trvanlivost břitu v řezu).

Řezné podmínky jsou dány:

- Obrobitelností materiálu (materiálové listy)
- Řeznou rychlostí nástroje (výrobce nástroje)
- Tuhostí řezné soustavy – stroje (kmitání nástroje, nebo obrobku)
- Velikostí posuvu
- Hloubkou záběru

Základní trvanlivost břitu nástroje v řezu je doba, po kterou nástroj řeže hospodárně na jedno nabroušení, nebo na jednu výměnu destičky. U CNC strojů je od 15min. do 60 min, podle složitosti nástroje.[2,3,11]

Velikosti posuvů a hloubka řezu.

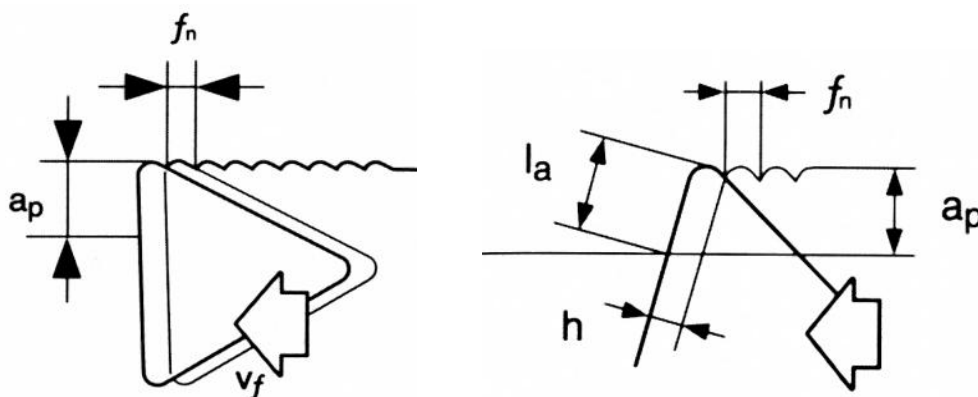
$a_p$  – hloubka řezu

$f_n$  – posuv na otáčku

$v_f$  – rychlost posuvu obecná

$l_a$  – šířka třísky

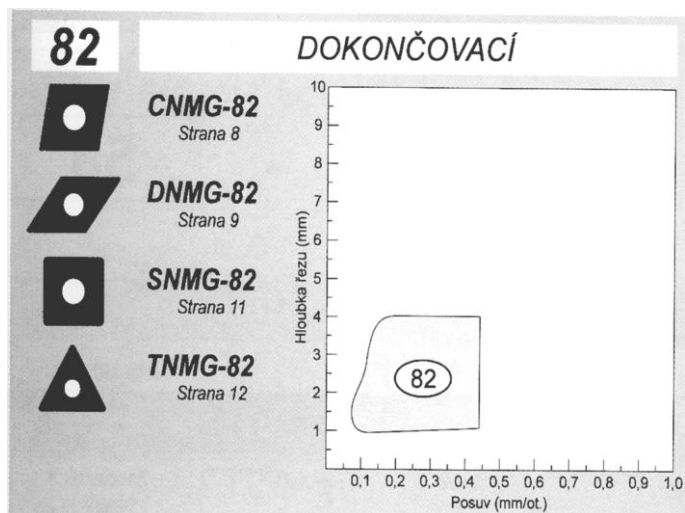
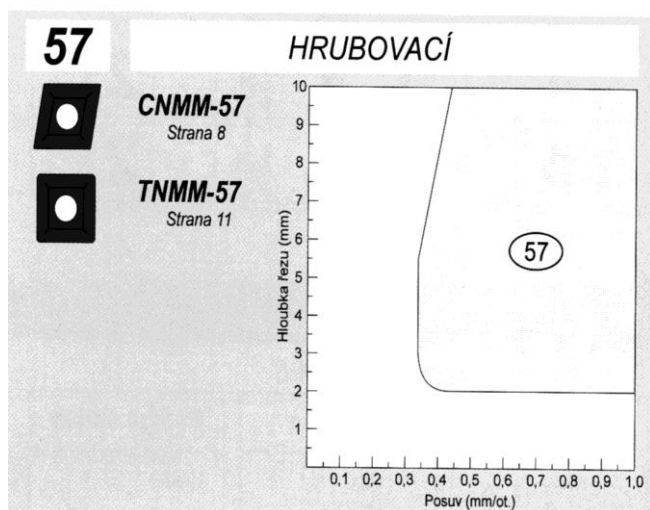
$h$  – tloušťka třísky



Velikost posuvu a tvar řezné části nástroje ovlivňují kvalitu obráběné plochy (střední drsnost plochy). Velikost poloměru špičky a posuv na otáčku.

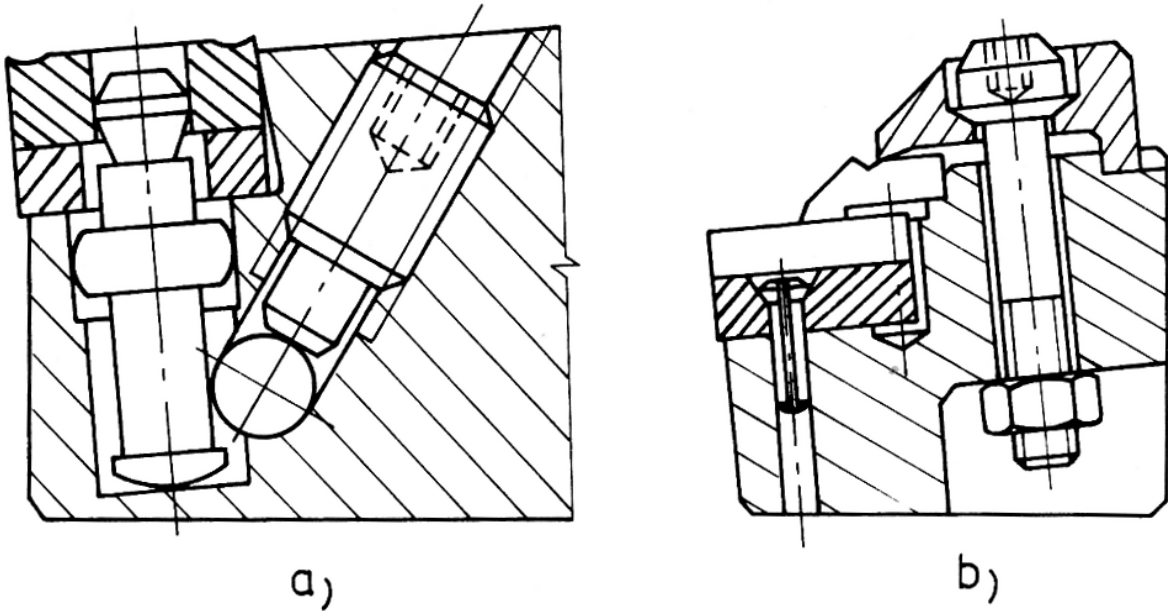


Vhodnost použití destiček vzhledem k hloubce úběru materiálu nám určují diagramy utváření třísek – tvar destičky.[5,6]



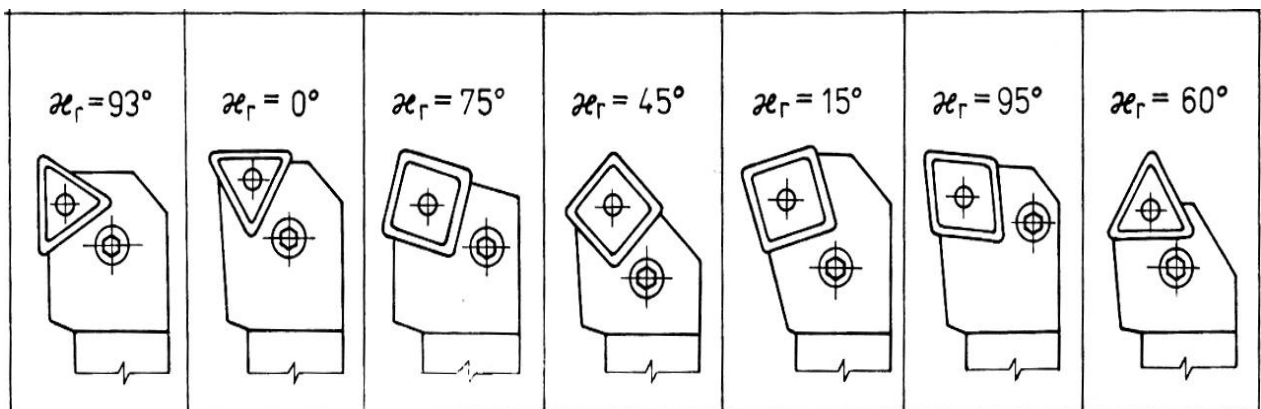
#### 4.5 Upínání destiček ze slinutých karbidů.

- a) Za otvor.
- b) Pomocí utvářeče třísek.



#### 4.6 Některé tvary nožů ze slinutých karbidů

[5,6]



## 4.6.1 Opotřebení destiček.

[5,6]

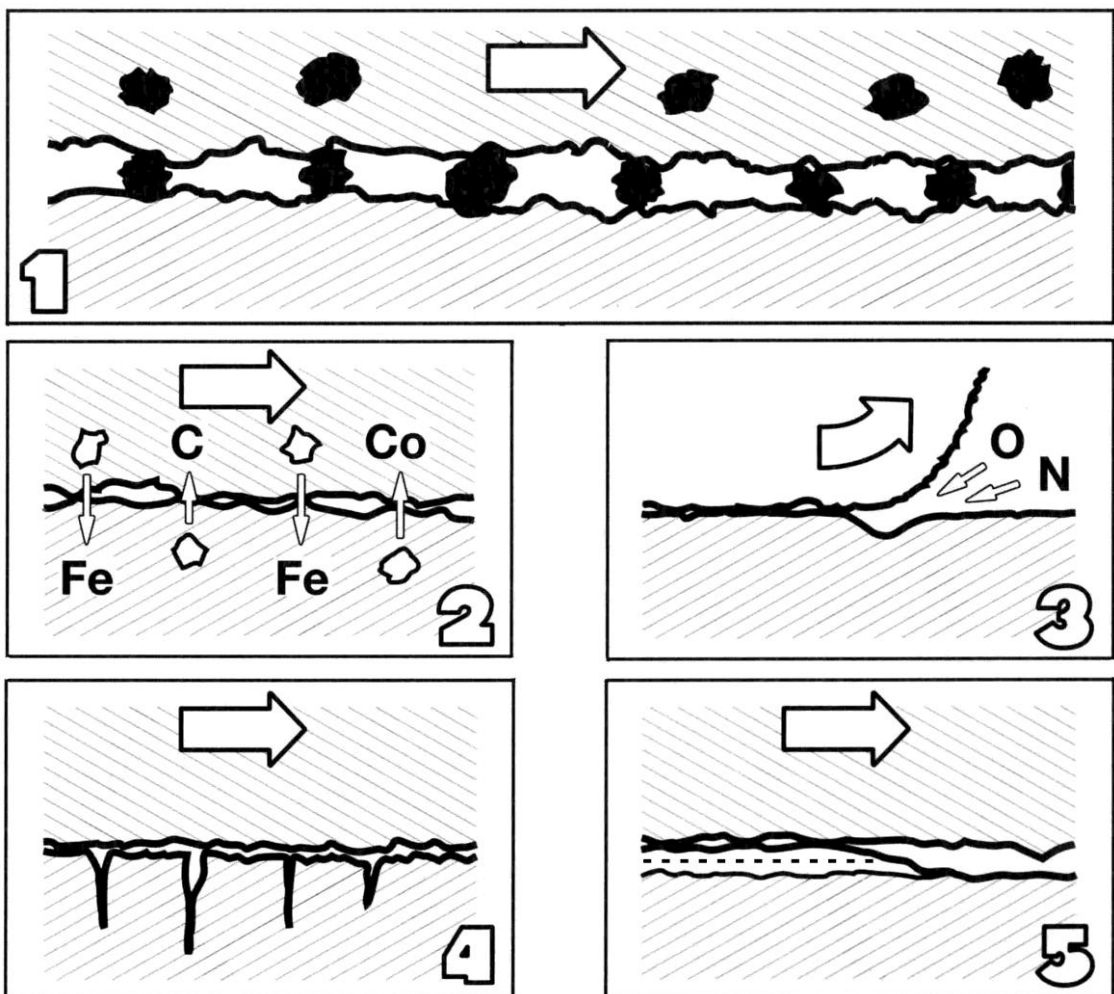
Všechny břity rezných nástrojů podléhají při obrábění určitému opotřebení.

Opotřebení je kombinace zatěžujících faktorů;

- mechanický,
- tepelný,
- chemický,
- abrazivní.

Základní příčiny opotřebení při obrábění;

1. abrazivní opotřebení,
2. difúzní opotřebení,
3. oxidační opotřebení,
4. lom (statický, dynamický),
5. adhezní opotřebení.



## **Trvanlivost břítu**

Trvanlivost břítu je rozhodujícím způsobem ovlivňována schopností břítu udržovat požadované hodnoty v definovaných mezích, kterými jsou:

- stav obrobeného povrchu
- přesnost rozměrů
- kontrola odchodu třísky

Spolehlivost je stále důležitějším faktorem. Důležité je, kde a jak má být vyměnitelná břitová destička použita. Trvanlivost břítu je jedním z nejdůležitějších faktorů pro určování úrovně produktivity dané operace obrábění a použitelnosti nástroje. Systematické měření opotřebení a kontrola jeho průběhu jsou důležitými kroky k optimalizaci.

Trvanlivost břítu nástroje je doba, po kterou pracuje nástroj od počátku obrábění do opotřebení břítu. Trvanlivost se počítá v minutách (dříve cca 15 min).

Jedná se o dobu použitelnosti, při níž jeden břit obrábí a v mezích stanovených parametry jakosti uděluje obrobku požadovaný tvar a rozměry.

Metody zkoumání opotřebení destiček se mohou lišit, ale vždy jde o vizuální kontrolu pod lupou, nebo pod mikroskopem.

## Druhy opotřebení břitových destiček[5.6]

	<b>Opotřebení hřbetu</b>	
	Hlavní opotřebení nástroje.	Použit otěruvzdornějšího typu destičky. Použit chladicí emulzi. Snížit řeznou rychlost. Při posuvu pod 0,1mm/ot zvětšit posuv
	<b>Opotřebení ve tvaru žlábků na čele břitu</b>	
	Působení difuzního opotřebení a abraze.	Použit otěruvzdornějšího typu destičky. Použit chladicí emulzi. Snížit řeznou rychlost. Použit pozitivnější řeznou geometrii.
	<b>Oxidační rýha na vedlejším břitu</b>	
	Vzniká za vysokých teplot (přístup vzduch do řezného procesu)	Použit jiný povlak destičky. Použit chladicí emulzi. Snížit řeznou rychlost.
	<b>Vrubové opotřebení na hlavním břitu</b>	
	Vzniká na hranici zpevněné povrchové vrstvy.	Použit jiný povlak destičky. Zvolit nástroj z menším úhlem nastavení.
	<b>Plastická deformace (špičky)</b>	
	Vzniká působením vysokých teplot a řezných tlaků na břitu.	Použit otěruvzdornějšího typu destičky. Použit chladicí emulzi. Snížit řeznou rychlost. Snížit posuv na jednu destičku.
	<b>Tvorba nárůstku</b>	
	Nalepení obráběného mat. na břit nástroje.	Zvýšit posuv, řeznou rychlost. Použit pozitivnější geometrii nástroje. Možno upustit od chlazení.
	<b>Porušení řezné hrany mimo záběr</b>	
	Nevhodné utváření třísky.	Použit destičku s jiným utvářečem třísky. Použit houževnatější typ destičky.
	<b>Křehký lom břitu</b>	
	Mikrovyštípování – křehké porušení řezné hrany.	Zvolit méně intenzivnější řezné podmínky.
	<b>Vydrolení ostří</b>	
	Úplná destrukce břitové destičky.	Přepracovat řezné podmínky.
	<b>Hřebenové trhliny</b>	
	Únavové opotřebení tepelnými šoky (zejména na frézách)	Upustit od chlazení. Houževnatější destička. Snížit řeznou rychlost.

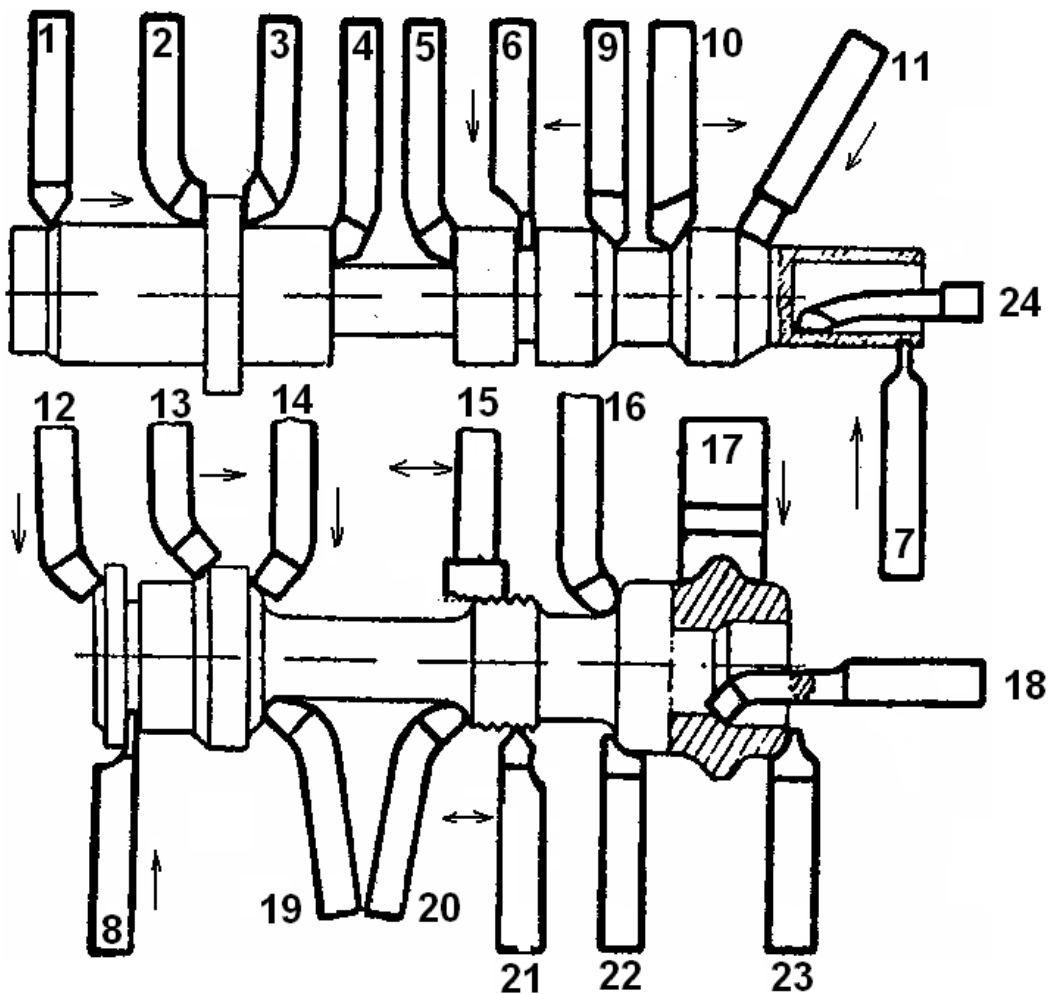
## 4.6.2 Klasifikace obráběcích materiálů podle ISO 513

[5.6.7]

V této normě jsou obráběné materiály rozděleny do šesti skupin, ve kterých jsou materiály se stejným zatížením břitu a tudíž vyvolávají i stejné opotřebení.

<b>P</b>	uhlíkové (nelegované) oceli třídy 10,11,12 nízko a středně legované oceli sk. 13 (13 0., 13 1.,) legované oceli tříd 14,15, 16 feritické a martenzitické korozivzdorné oceli (tř. 17 a lité 42 29..) nástrojové oceli uhlíkové (19 1., 19 2., 19 3.) legované nástrojové oceli (19 3. až 19 8.) uhlíková ocelolitina sk. 26 (42 26..)
<b>M</b>	austenitické a feriticko-austenitické oceli korozivzdorné, žáruvzdorné a žárupevné oceli nemagnetické a otěruvzdorné
<b>K</b>	šedé litiny nelegované i legované (42 24.) tvárné litiny (42 23.) temperované litiny (42 25.)
<b>N</b>	neželezné kovy, slitiny Al a Cu
<b>S</b>	speciální žárupevné slitiny na bázi Ni, Co, Fe a Ti
<b>H</b>	zušlechtěné oceli s pevností nad 1500 MPa kalené oceli HRC 48 – 60 tvrzené kokilové litiny HSh 55 - 85

Názvosloví soustružnických nůž, podle jejich tvaru a použití[1.2.3.8]



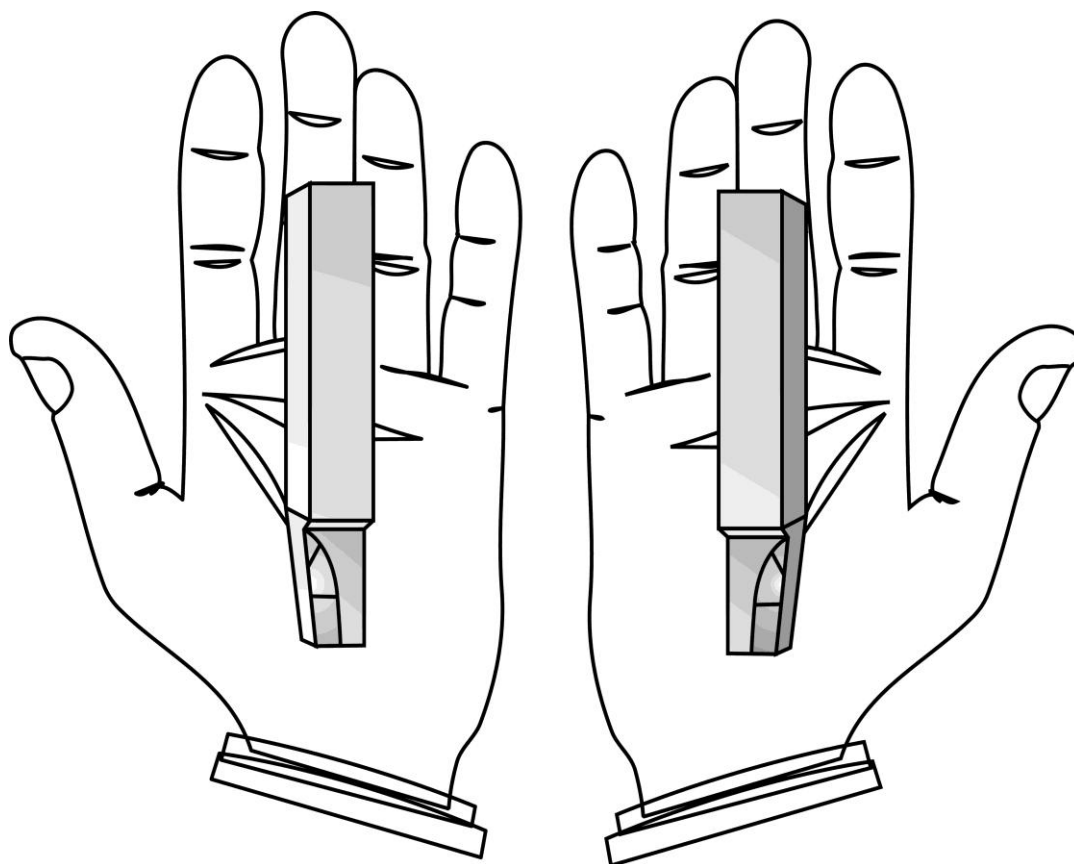
- |                                       |                                      |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 1- hladící nůž                        | 14- ubírací nůž ohnutý levý          |
| 2- rohový nůž hladící pravý           | 15- závitový nůž hřebínkový          |
| 3- rohový nůž hladící levý            | 16- rádiusový nůž pravý              |
| 4- ubírací nůž stranový levý          | 17- tvarový nůž                      |
| 5- ubírací nůž stranový pravý         | 18- vnitřní ubírací nůž              |
| 6- zapichovací nůž pravý              | 19- rohový nůž rádiusový pravý       |
| 7- upichovací nůž oboustranně osazený | 20- rohový nůž rádiusový levý        |
| 8- zapichovací nůž levý               | 21- závitový nůž přímý               |
| 9- ubírací nůž přímý                  | 22- rádiusový nůž vydutý levý        |
| 10- ubírací nůž přímý                 | 23- rádiusový nůž vydutý oboustranný |
| 11- nabírací nůž                      | 24- vnitřní rohový nůž               |
| 12,13- ubírací nůž ohnutý pravý       |                                      |

Uvedené nástroje nejsou zdaleka všechny. Byly nezbytné pro použití na univerzálních hrotových soustruzích. U současných moderních strojů schopných posouvat nástroj plynule v obou osách současně se sortiment nástrojů značně zredukoval. Nepoužívají se například nástroje tvarové.

Značně se ale rozšířil sortiment nástrojových materiálů a tvarů deformátorů třísek. Moderní nástroje jsou úzce specializované z hlediska vhodnosti obrábění jednotlivých materiálů obrobků.

#### **4.7 Určení nástroje podle směru obrábění.**

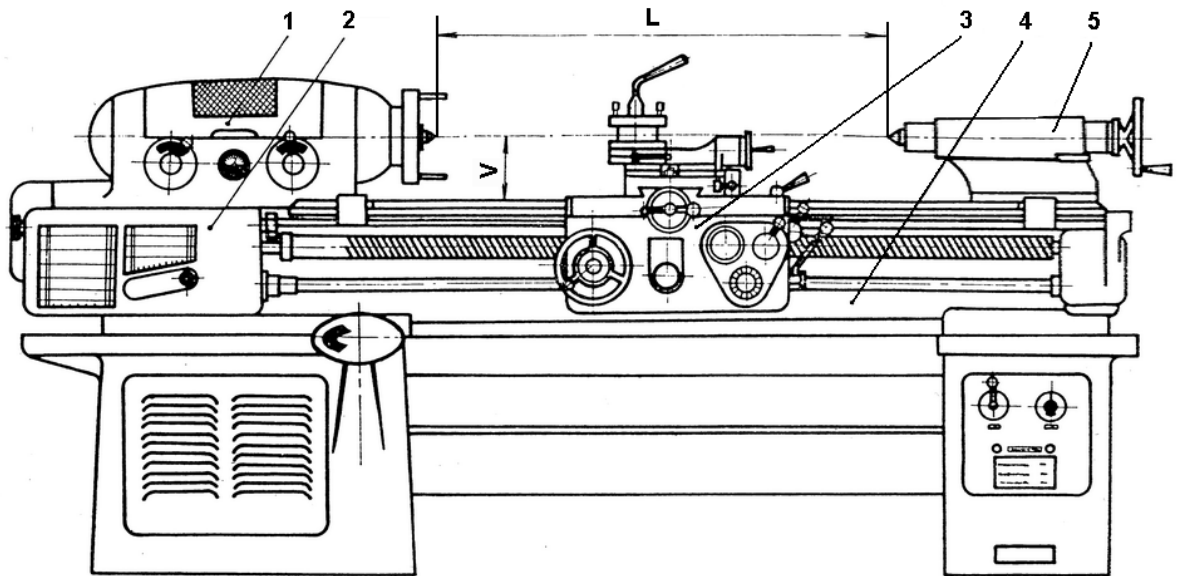
Položíme-li nůž do pravé ruky čelem nahoru a k sobě, pak hlavní břit u pravého nože směřuje na pravou stranu. U levého nože pak hlavní břit směřuje na stranu levou. U zapichovacího nože vnějšího pak může být osazení pravé, levé, nebo oboustranné.





## 4.8 Hlavní části univerzálního hrotového soustruhu.

[8]



1-vřeteník, 2-posuvové ústrojí, 3-suport, 4-lože, 5-koník, L-maximální vzdálenost hrotů (točná délka), V- výška hrotů nad ložem (točný průměr)

## Upínání obrobků do univerzálního hrotového soustruhu.

Při tvorbě výrobního postupu je nutné bedlivě dbát, aby byl obrobek zhotoven s co nejmenším počtem jeho upnutí. Při každém znovuupnutí obrobku je velký problém dodržet sousost jednotlivých obrobených ploch zhotovených při prvním upnutí a ploch osoustružených při upnutí druhém.

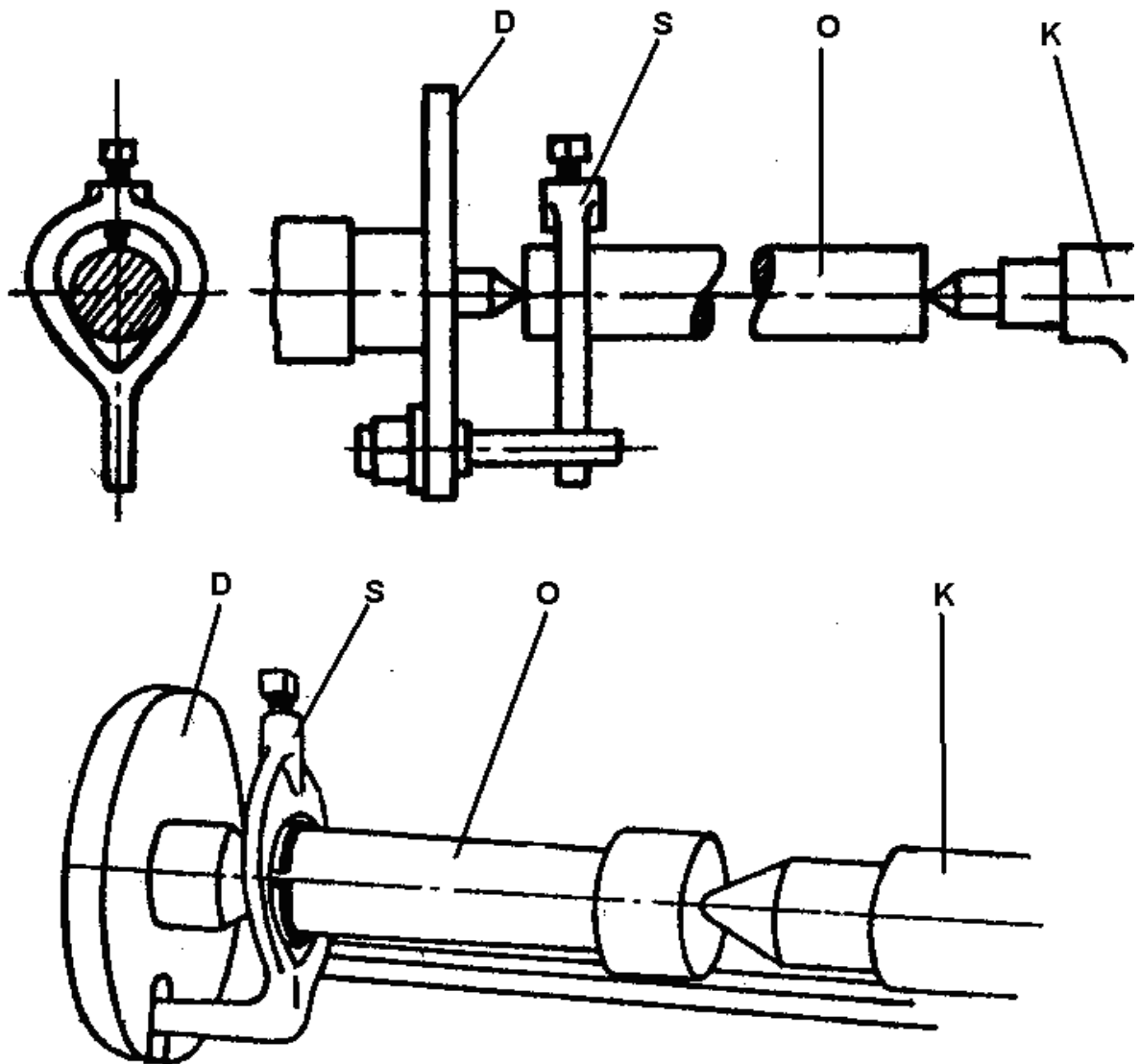
Nemenší důležitost má bezpečnost práce při soustružení. Vždy si musíme uvědomovat, že se obrobek otáčí často velmi rychle. S tím souvisí dynamické namáhání obrobku a jeho sklon k pružným i trvalým deformacím. Rozkmitání obrobku během obrábění je velmi nebezpečné. Abychom zabránili vzniku nebezpečných situací při soustružení, musíme používat speciální způsoby upínání obrobků a používat upínací přípravky určené k bezpečnému upnutí všech tvarů obrobků.

## 4.9 Způsoby upnutí.

[1,2,3,8,10,11]

V této kapitole popisují nejčastěji používané způsoby upínání obrobků při soustružení.

#### 4.9.1 Mezi hroty.



D-unášecí deska

S-unášecí deska

O-obrobek

K-koník

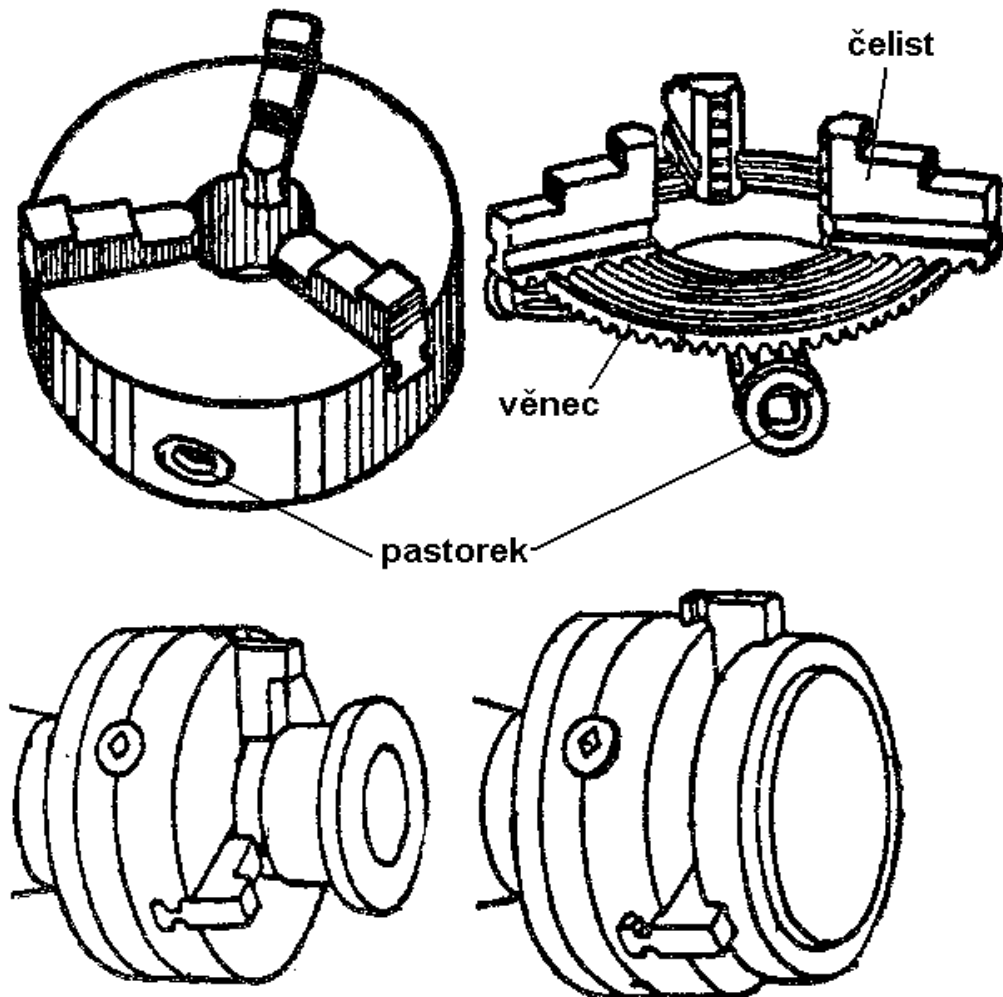
#### Výhody:

Upnutí je jednoduché a při znovuupnutí je vysoká přesnost sousosti.

#### Nevýhody:

**Nebezpečí** zachycení obsluhy unášecím srdcem, při obrábění delších kusů se obrobek chvěje. Nelze obrábět otvory.

#### 4.9.2 Do univerzálního sklíčidla.



a,) za povrch do normálních čelistí

b,) za povrch do obrácených čelistí

c,) za díru do normálních čelistí

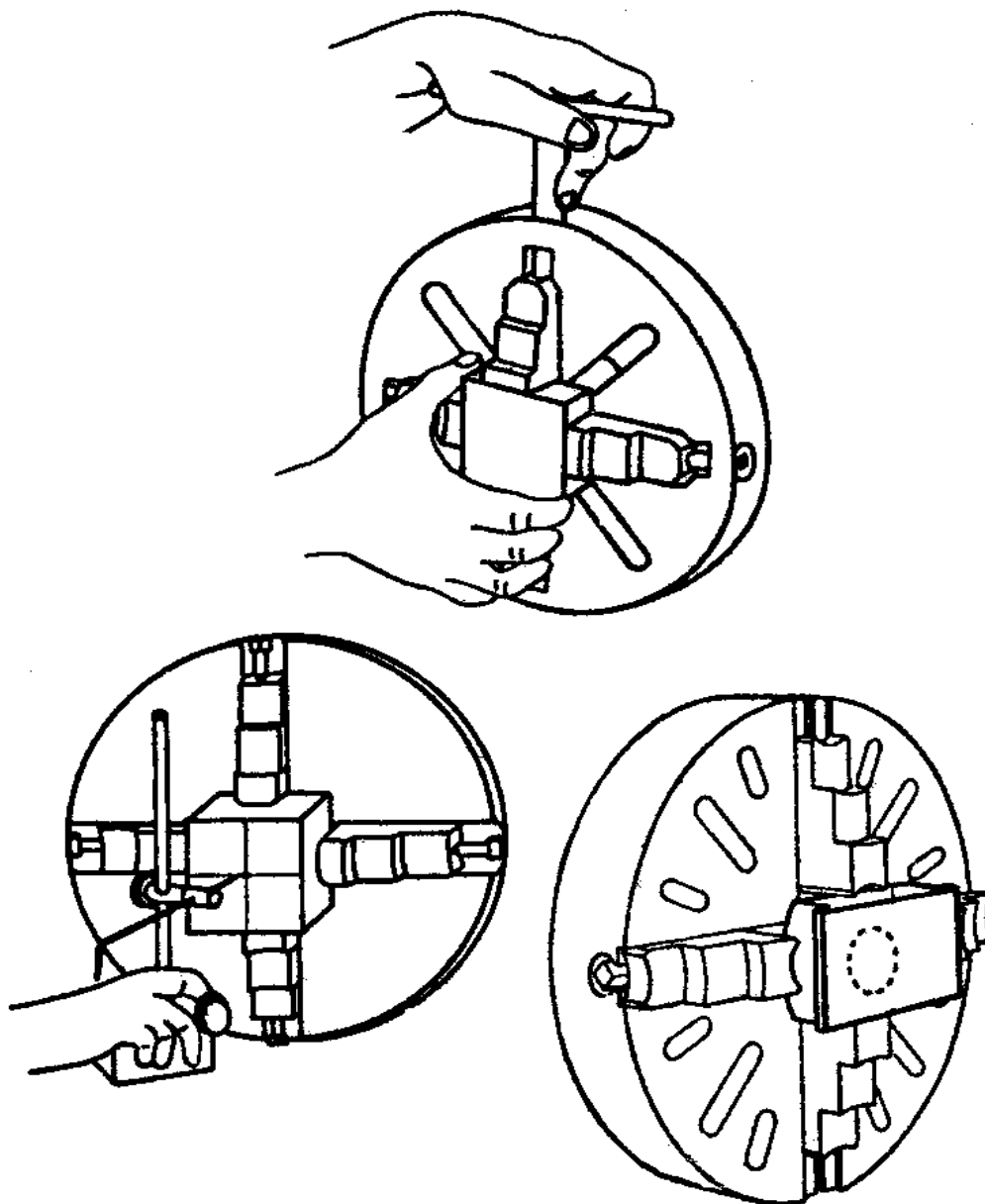
d,) za díru do obrácených čelistí

Při obrábění dlouhých obrobků pak lze podepřít obrobek lunetami, nebo opěrnými hroty.

Tento způsob upínání je nejpoužívanější. Pokud je obrobek upnutý v celé délce normálních čelistí, postupujeme podle nepsaného pravidla: Když je délka vysunutí obrobku z čelistí třikrát větší, než průměr obrobku, musíme obrobek podepřít. (Hrozí jeho ohnutí, nebo nebezpečné chvění.)

## Upnutí na lící upínací desku.

U lící upínací desky se ovládá každá čelist zvlášť a tak lze upínat nesymetrické součásti.

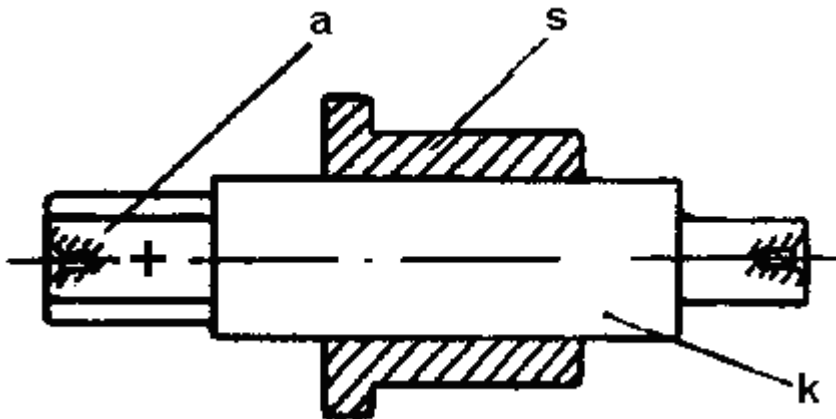


Nevýhodou však je, že každému upnutí předchází zdlouhavé a obtížné středění (centrování).

Proto se lící desky používá pouze pro kusovou výrobu. V sériové výrobě se pak nahrazuje toto upínací zařízení speciálními upínacími přípravky.

### 4.9.3 Upínání na trny a do kleštín.

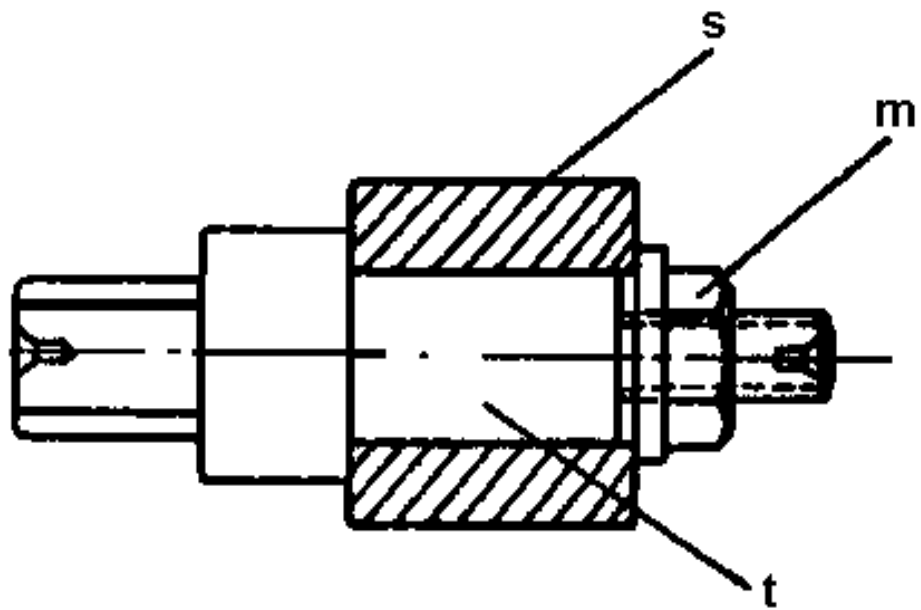
#### 4.9.3.1 Pevný kuželový trn.



a -ploška pro unášecí srdce; s –obrobek; k -kuželová upínací část trnu

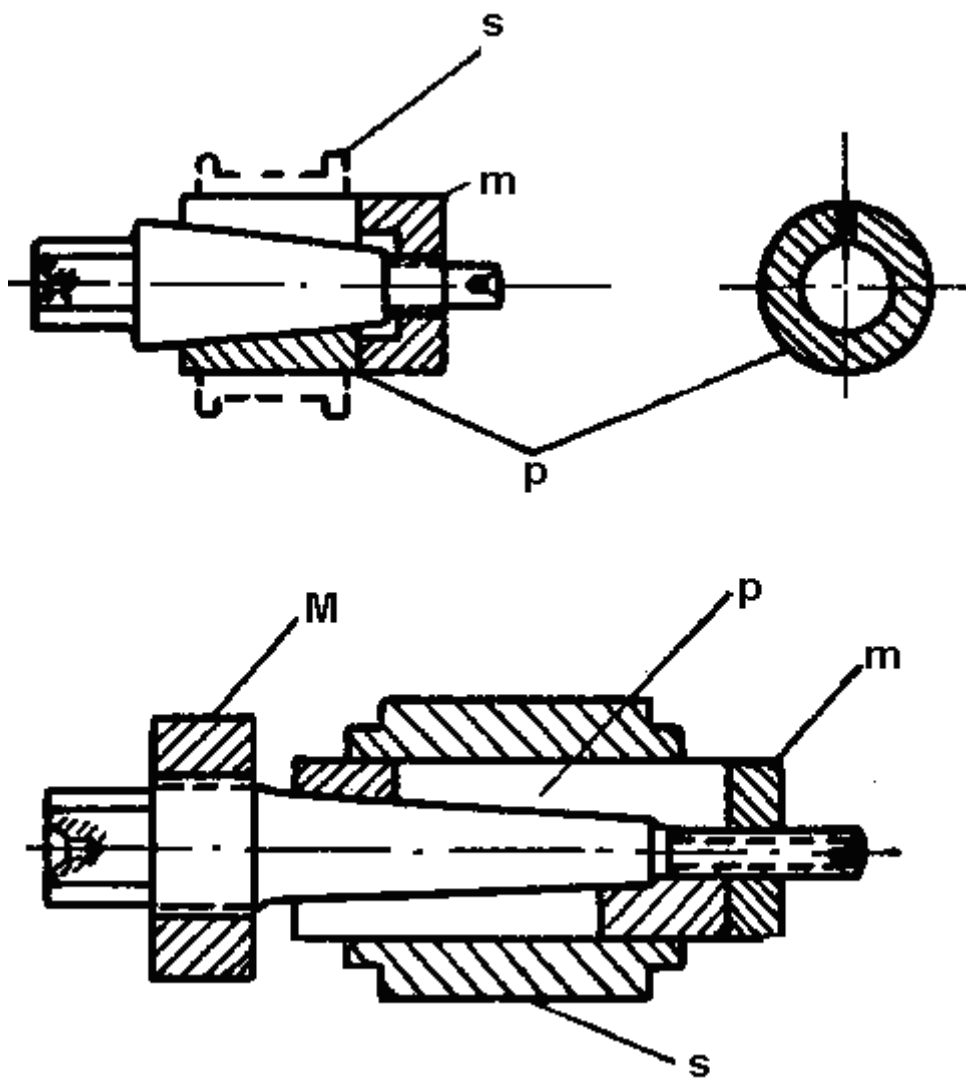
Obrobek má předem připravenou přesnou díru a je nalisován na kuželové části trnu. Obrobek se pak soustruží mezi hroty. Je to vhodné upnutí například při soustružení řemenic.

#### 4.9.3.2 Válcový trn.



t-trn; s – obrobek; m- upínací matice. Soustružení je stejné, jako u předchozího případu.

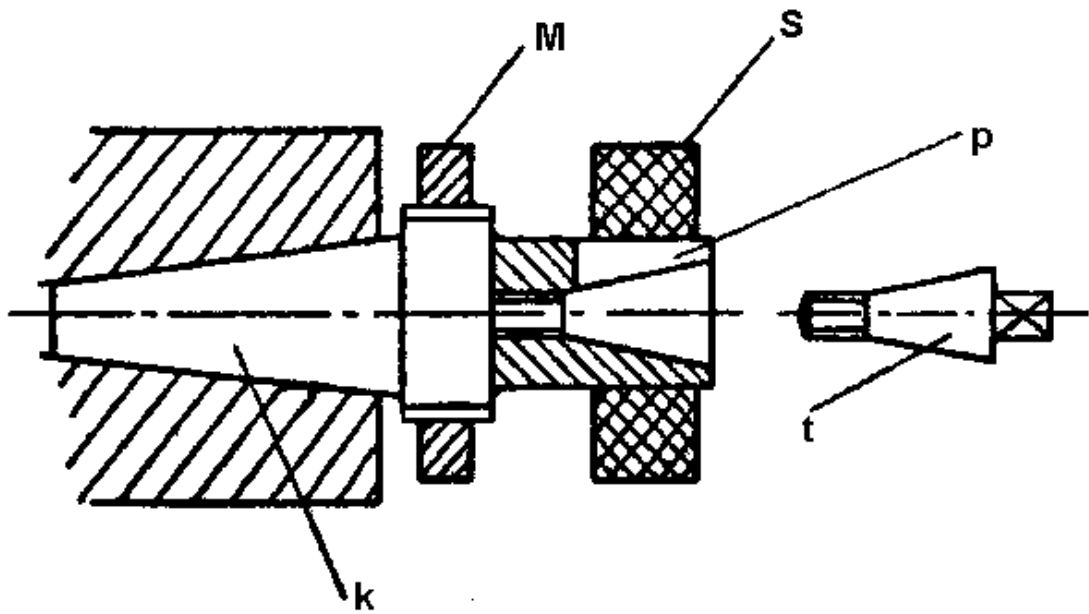
### 4.9.3.3 Rozpínací trn.



s-součást; p -rozpínací pouzdro; m- upínací matice; M- matice stahováku.

Tyto trny jsou velmi často konstruovány jako trny letmé..

#### 4.9.3.4 Letmé trny.

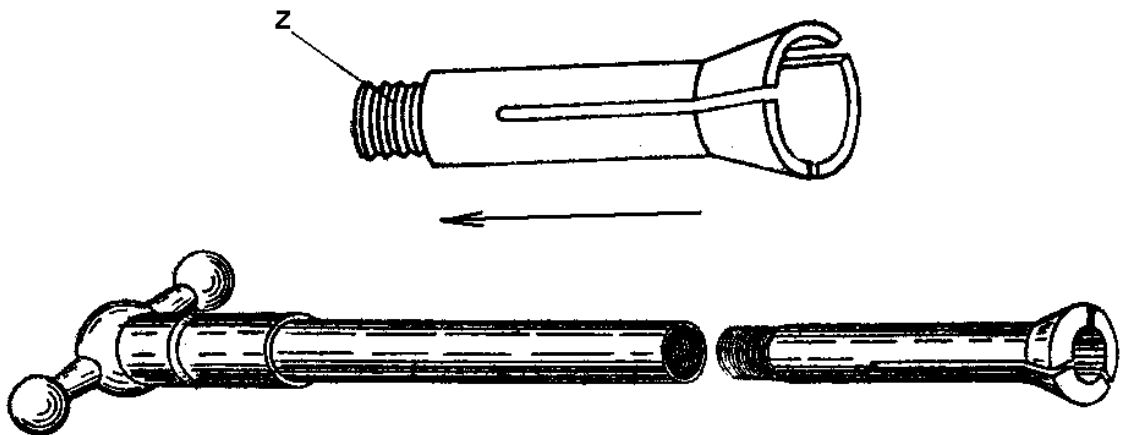


1-upínací šroub; M -matice stahováku; p- rozpínací pouzdro; S –obrobek, t-rozpínací kužel



#### 4.9.3.5 Kleština.

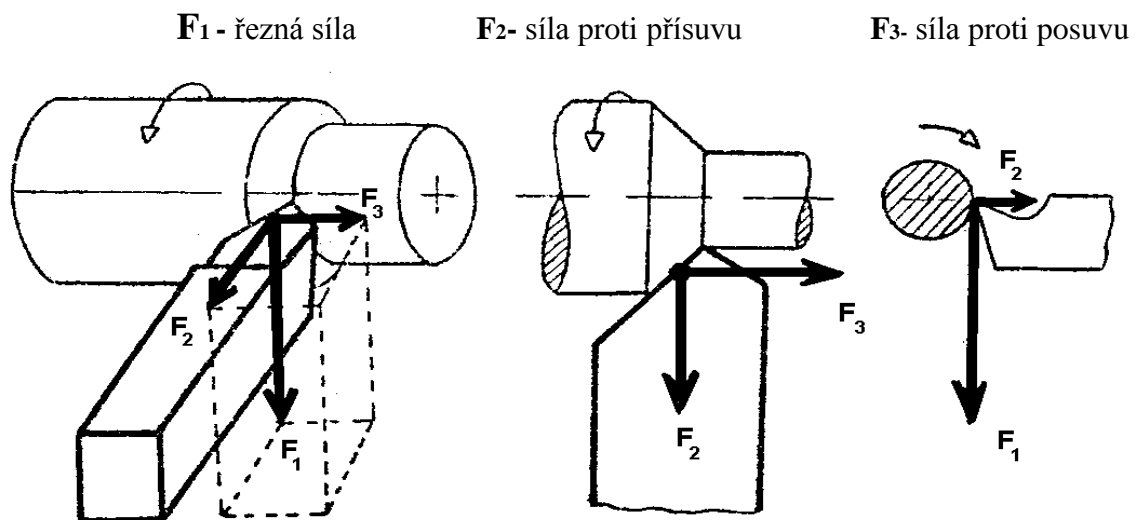
Kleštiny upínají obrobek za přesně obrobený povrch obdobným principem jako rozpínací trny.



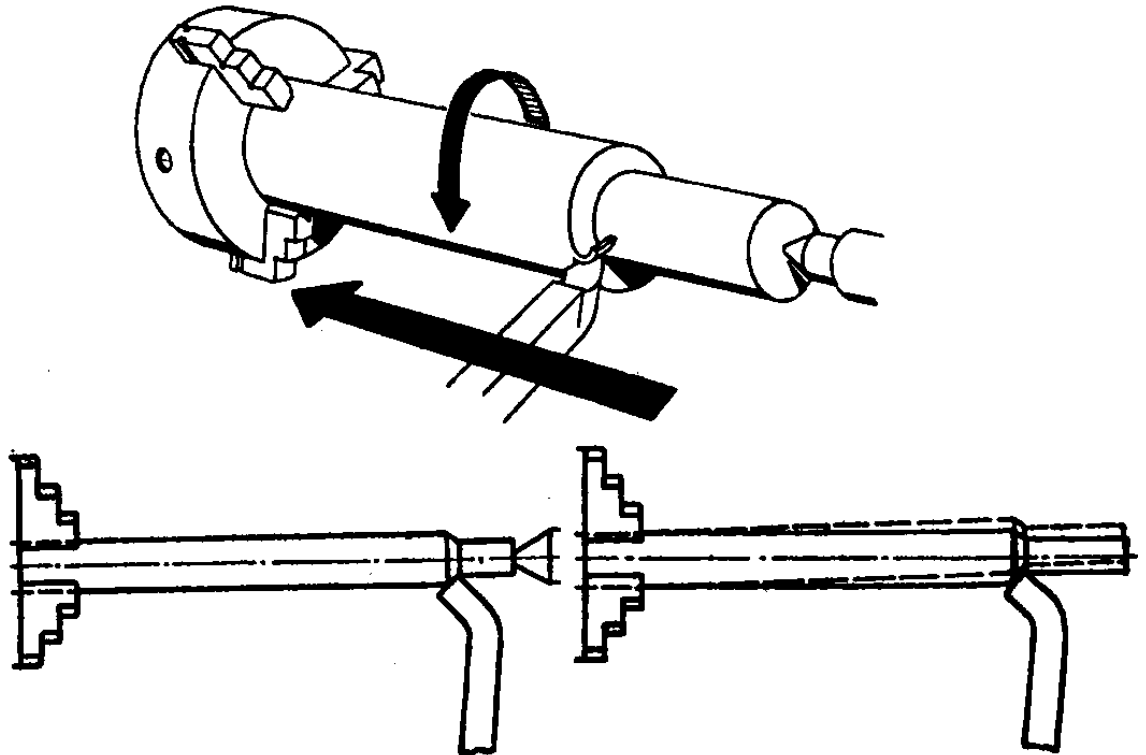
Upínací kleština se tahem ve směru šipky za závit  $z$ , vtahuje do kuželového otvoru a tím se svírá.

Další druhy upnutí řadíme do skupiny speciálních druhů upnutí. Jsou to hlavně jednorázové upínací přípravky.

### 5 Síly působící na břit soustružnického nože.



Působením těchto sil vznikají problémy s přesností obrobení, jakostí povrchu a opotřebením nástrojů. Otupením nástroje síly rostou a problémy narůstají. Zvláště při podélném soustružení dlouhých obrobků.[7.8]



## 6 Vybrané operace soustružení.

### 6.1 Podélné soustružení dlouhých obrobků.

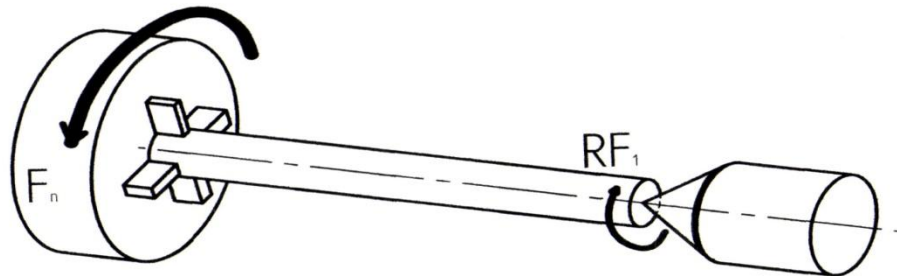
#### Použití pevné lunety.

I při podepření obrobku opěrným hrotem může docházet k nežádoucím vibracím. Mohou to být například tyto případy:

#### 6.1.1 Torzní chvění.

Dochází k němu vlivem reakcí řezné síly  $\mathbf{RF}_1$ ; a síly otáčejícího se vřetene  $\mathbf{F}_n$ , vlivem kterých vzniká kroučící moment. Materiál se nakrucuje a síla roste. Zvýšenou silou se materiál obrobku oddělí a síla pomine. Nakroucený materiál se vlivem své pružnosti vrátí do původní polohy a síla znovu roste. Vše se opakuje ve velmi krátkých

časových úsecích. Dochází k velmi nebezpečné vlnové vibraci, protože křehčí materiál může prasknout a vymrštit se ze stroje ven.

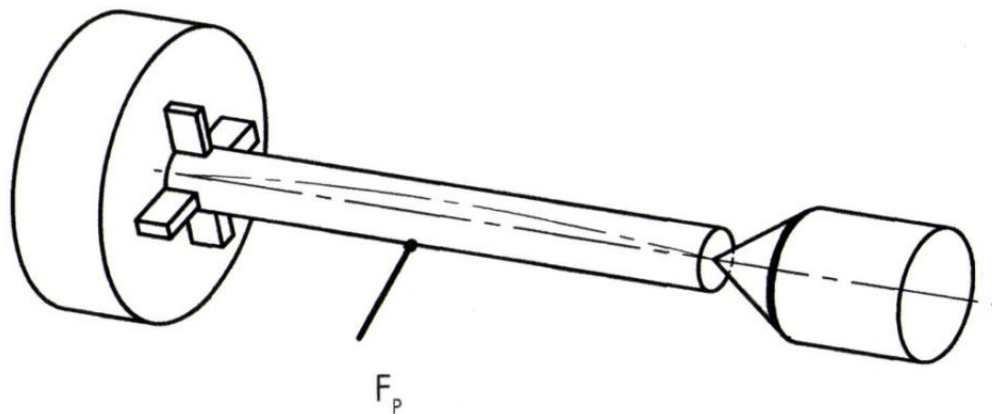


Tento jev lze odstranit:

- Snížením řezné síly  $F_1$
- Změnou geometrie nástroje
- Zmenšením posuvu a hloubky záběru.

### 6.1.2 Radiální chvění.

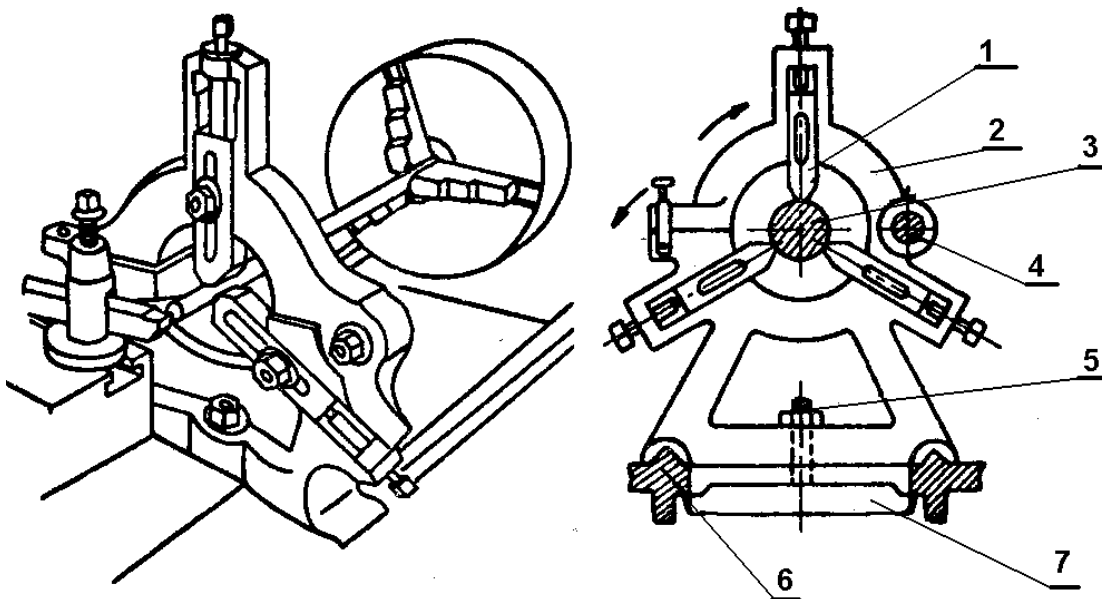
K této vibraci dochází vlivem síly přísluvu  $F_P$ . Materiál se prohýbá ve své ose a dochází k soudkovité deformaci obrobku.



Pro potlačení tohoto jevu se používá přídavného zařízení nazývaného **Luneta**.

### 6.1.3 Pevná luneta

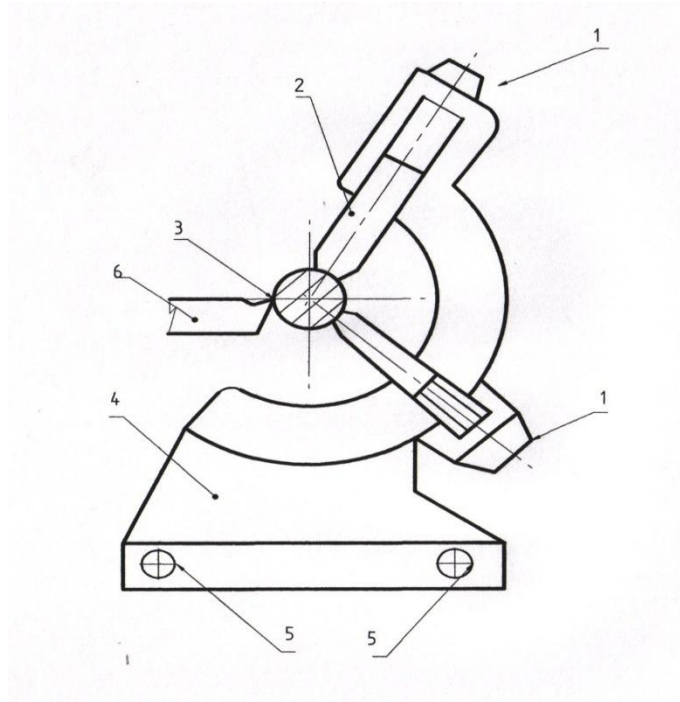
Tato luneta se během soustružení osově nepohybuje



1- čelisti; 2 – odklopné víko; 3- obrobek 4 – otočný čep víka; 5 – upínací šroub lunety k loži, 6 – lože; 7 – třmen lunety.

### 6.1.4 Pohyblivá luneta

**1** - seřizovací šrouby čelistí; **2** - čelisti; **3** – obrobek; **4** – rám lunety; **5** – upínací otvory; **6** – nástroj.



## 6.2 Navrtávání, vrtání a vyvrtávání otvorů.

### 6.2.1 Navrtávání

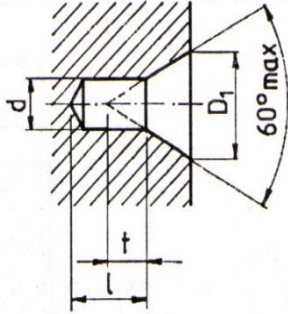
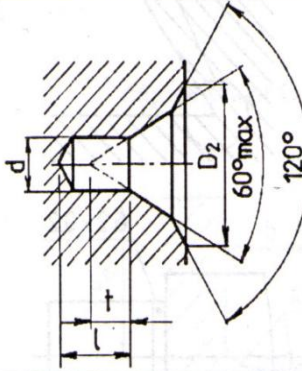
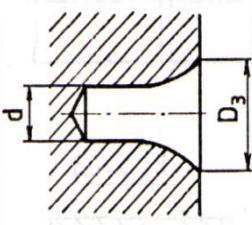
Navrtávání je vrtání středících důlků.

Vrtání je vrtání otvorů do plného materiálu.

Vyvrtávání je kalibrování (geometrické a rozměrové zpřesnění), již předvrtaných otvorů.


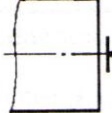

### 6.2.1.1 Tvary a rozměry středících důlků

Rozměry v mm

Jmenovitý průměr	Typ středícího důlku				
	A podle ISO 866		B podle ISO 2540		R podle ISO 2541
					
<i>d</i>	<i>D</i> <sub>1</sub>	<i>t</i>	<i>D</i> <sub>2</sub>	<i>t</i>	<i>D</i> <sub>3</sub>
(0,5)	1,06	0,5			
(0,63)	1,32	0,6			
(0,8)	1,70	0,7			
1,0	2,12	0,9	3,15	0,9	2,12
(1,25)	2,65	1,1	4,00	1,1	2,65
1,6	3,35	1,4	5,00	1,4	3,35
2,0	4,25	1,8	6,30	1,8	4,25
2,5	5,30	2,2	8,00	2,2	5,30
3,15	6,70	2,8	10,00	2,8	6,70
4,0	8,50	3,5	12,50	3,5	8,50
(5,0)	10,60	4,4	16,00	4,4	10,60
6,3	13,20	5,5	18,00	5,5	13,20
(8,0)	17,00	7,0	22,40	7,0	17,00
10,0	21,20	8,7	28,00	8,7	21,20

Poznámka: Rozměry uvedené v okrouhlých závorkách nejsou doporučené.

### Označování středících důlků na výkresech[6]



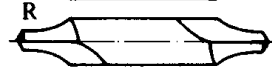


Středící důlek po dohotovení součásti		
a) musí zůstat na součásti	b) nesmí zůstat na součásti	c) může a nemusí zůstat na součásti
 ISO 6411-A 4/8,5	 ISO 6411-B 2/6,3	 ISO 6411 R 4/8,5

Poznámka: Označení podle a) a b) předepisuje na výkresu součásti konstruktér.

Označení podle c) předepisuje pouze technolog ve výrobním postupu, na výkresu součásti se nepředepisuje.

### 6.2.1.2 Základní druhy středících vrtáků

[7]

Název		Vyobrazení	ČSN
Středící vrtáky 60° pro středící důlky	tvaru A		22 1110
	tvaru B		22 1112
	tvaru A, levořezné		22 1114
	tvaru R		22 1116
	tvaru R, levořezné		22 1117

Tvar A- Středící vrták pro otvor bez pojistného kužele.

Tyto otvory se používají v případech, kde se středící otvor po obrábění odstraňuje.

Tvar B- Středící vrták pro otvor s pojistným (ochranným) kuželem.

Tyto otvory se používají v případech, kde i po obrobení navrtané součásti má středící otvor svou další funkci. Například upínací trny. Pojistný kužel chrání hranu středícího kužele před poškozením.

Tvar R- Středící vrták pro otvor s obloukovou tvořící hranou.

Tento středící otvor se používá při soustružení kužele mezi hroty pomocí vyosení koníka. Kuželová plocha opěrného hrotu se odvaluje po tvořící hraně středícího otvoru.

## 6.2.2 Vrtání otvorů.

### 6.2.2.1 Druhy vrtáků a jejich rozdělení:

Vrtáky můžeme dělit podle těchto hledisek:

Podle konstrukce.

- vrtáky šroubovité
- vrtáky ploché (kopinaté)
- vrtáky jednobřité, pro vrtání hlubokých děr. (dělové)
- vrtáky speciální, (vrtáky s vnitřním odvodem třísky, trepanační „ jádrové“ vrtáky,
- vykružovací vrtáky atd.)
- 

Podle způsobu upnutí.

- s válcovou stopkou
- s kuželovou stopkou
- speciální

Podle materiálu, ze kterého jsou zhotoveny.

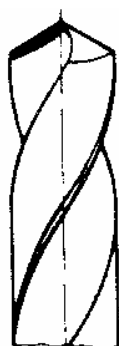
- rychlořezné
- tvrdokovové (Widiové)
- speciální (měděné na sklo, vyjiskřovací atd.)



•  
Podle způsobu naostření. [6.7]



Naostření



Korekce hlavního ostří



Levotočivý vrták



Křížové podbroušení



Nabroušení pro šedou litinu



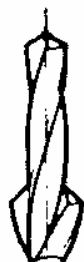
Středící špička pro plasty, plech



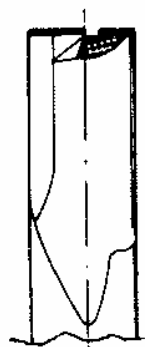
Středící špička pro dřevo



Kopinatý vrták



Stupňovitý vrták



Fréza



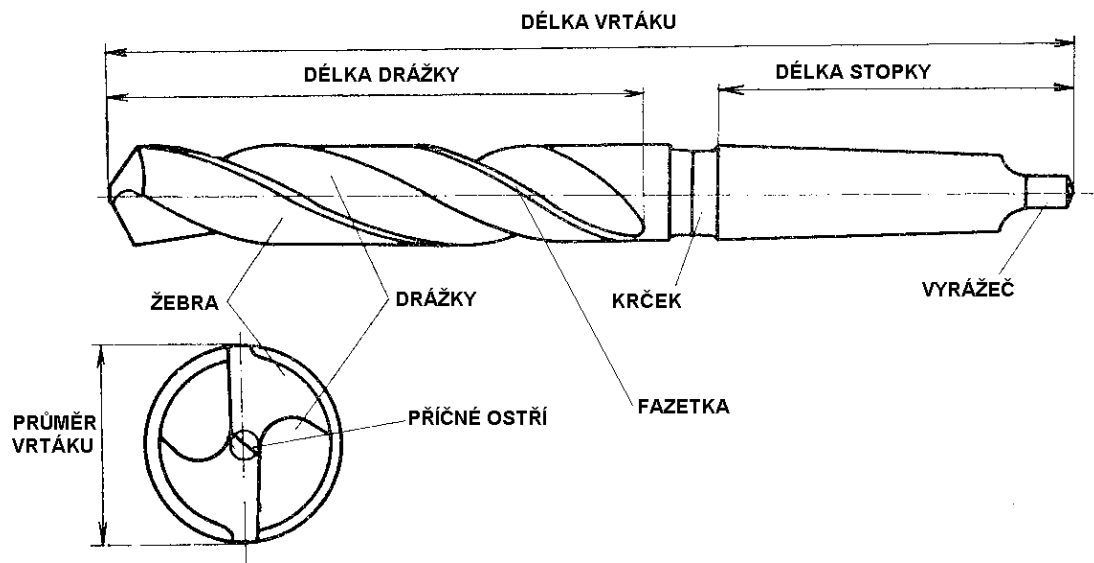
Vidiový vrták

### 6.2.2.2 Nástroje provrtání středně hlubokých děr do 1:6D

#### Vrták šroubovitý s kuželovou stopkou.

Tyto vrtáky se upínají přímo do kuželových dutin strojů přes morsekuželové redukční vložky.

Vrtáky s válcovou stopkou se vyrábějí pouze do menších průměrů a upínají se do sklíčidel.[4]

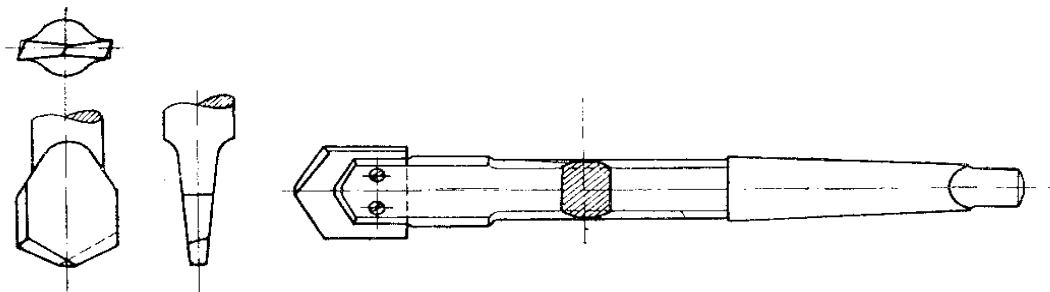


#### Vrtáky ploché (kopinaté)[4.5]

Tyto vrtáky jsou výrobně jednoduché, ale jsou málo přesné a mají špatný odvod třísky

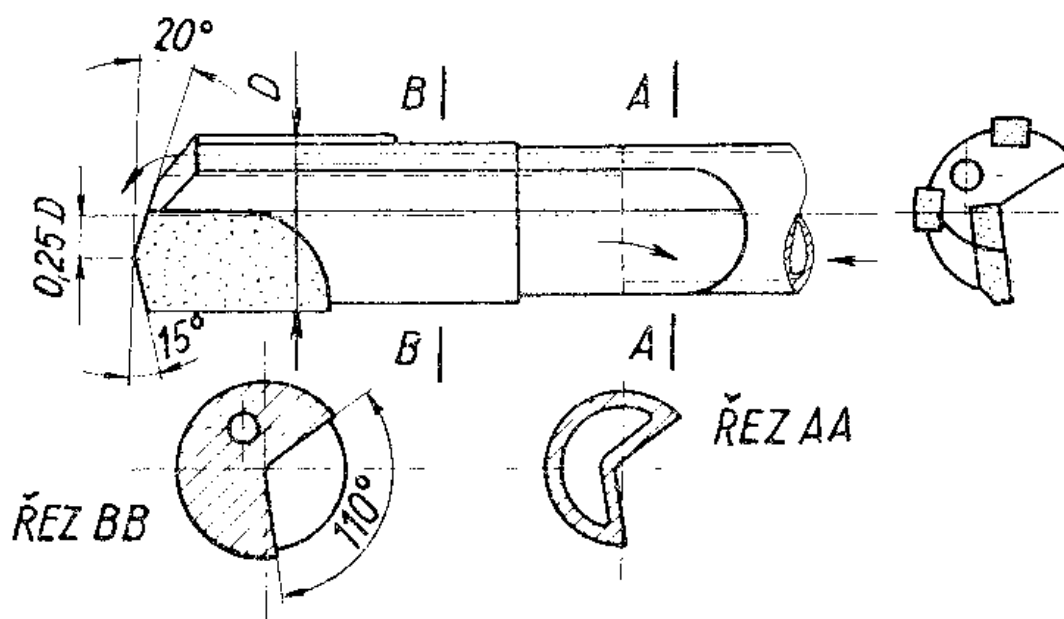
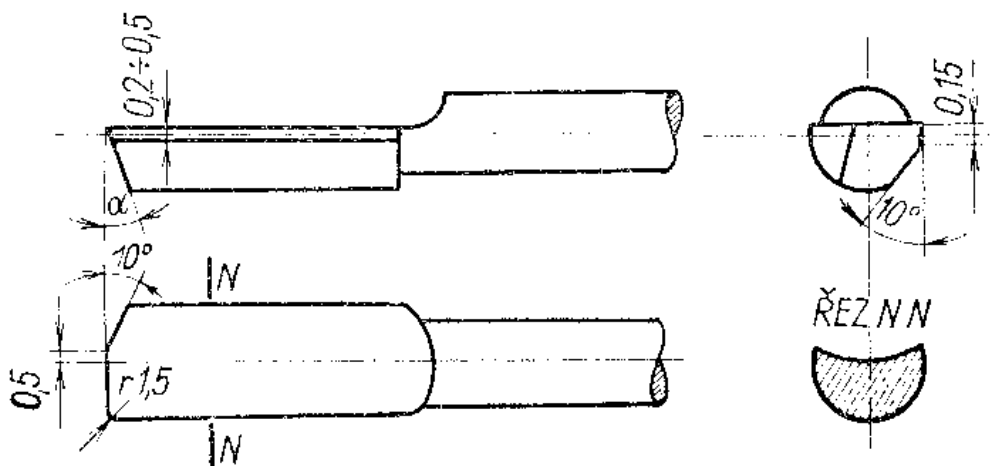
Vrtáky plné.

Vrtáky se vsazenými noži.



Nástroje pro vrtání hlubokých otvorů 1:100D.

### Jednobřité vrtáky (dělové) [6.7]



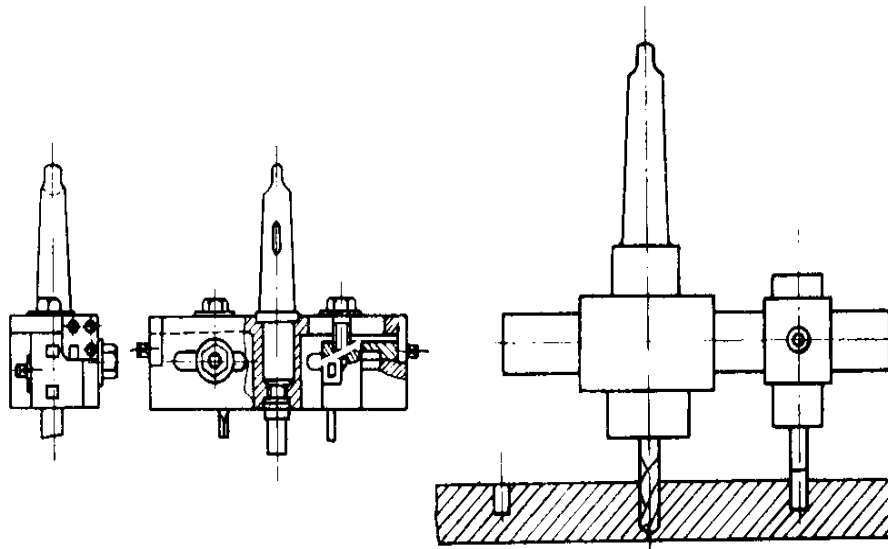
### Vrtáky s vnitřním odvodem třísky

Ke speciálním vrtákům řadíme ještě vrtáky trepanační, (na jádro)“

Tyto vrtáky jsou určeny pro vrtání otvorů s velkými průměry od  $\text{Ø}35$  mm.

### 6.2.2.3 Vypichování otvorů.

Tento způsob výroby otvorů se provádí při děrování tenkých materiálů. Jednak pomocí vypichovacích nástrojů a jednak pomocí nožů.



Princip vypichování otvoru pomocí vypichovacího nástroje.[2,3]

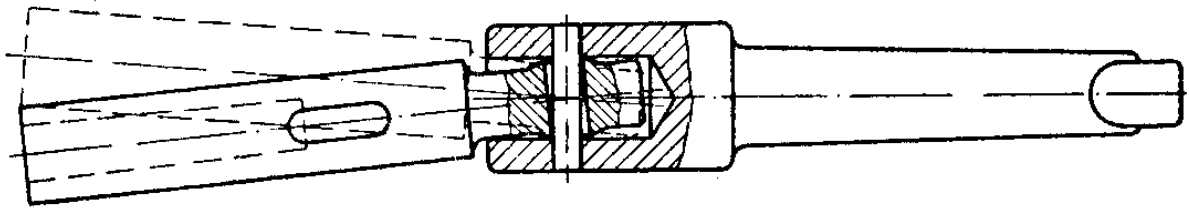
### 6.2.2.4 Vyvrtávání.

#### Pomocí strojních výstružníků

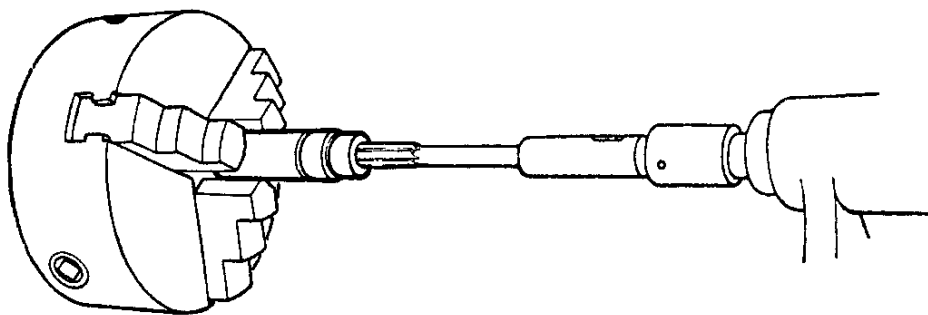
Nejčastěji se používá výstružníků s kuželovou stopkou a volné upínací hlavy. Činná část výstružníku je vedena vystružovaným otvorem.

Otvor musí být předem vyhrubován s přídavkem 0,05 – 0,3 mm, podle průměru vystružovaného otvoru. Vyhrubování otvoru můžeme provádět buďto výhrubníky, nebo vnitřním nožem .

Díra od vrtáku je nevhodná. Nemá geometrickou přesnost a hrubost jejího obrobění je velká.



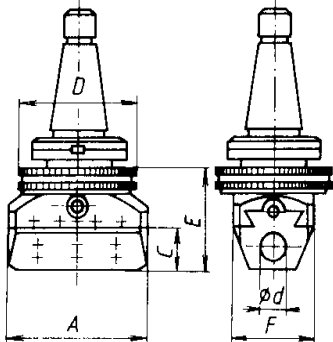
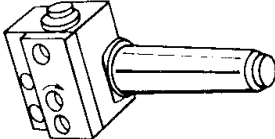
Volně uložené upínací pouzdro výstružníku[1]



Vystružování otvoru[3]

Konstrukcí výkyvných hlav je velké množství. Podstatou je, umožnit co největší osové vychýlení a zachycení reakce krouticího momentu.

## Vyvrtačací hlavy.[5]

<p>Univerzální vyvrtačací hlava Vhu 20, 36, 56, 80, 110, 125, 160</p>		<p>max. posuv saní: 20, 36, 56, 80, 110, 125, 160 max. průměr obráběné díry 110, 160, 230, 280, 340, 380, 450 max. průměr obrábění čelní plochy 150, 220, 330, 380, 430, 600, 680</p>
<p>Vyvrtačací hlava stavitelná Vhs</p>		<p>Rozsah vyvrtačacích průměrů děr 5 až 180</p>

### **6.3 Soustružení válcových a čelních ploch**

Při soustružení válcových ploch je nejdůležitější najetí na přesný průměr. Nejprve musíme znát způsob dělení odměřovacího kroužku příčného suportu. Musíme zjistit, zda se jedná o přímé (poloměrové) dělení, nebo nepřímé (průměrové) dělení. Po osoustružení válcové plochy do hloubky asi 2 mm přeměříme přesně obrobený průměr a provedeme korekci dělicího kroužku tak, aby po natočení celého rozměru na dělicím kroužku, bylo dosaženo celého rozměru na naměřeném obrobeném válci. Potom jenom osoustružíme požadovaný rozměr. Při soustružení válcových ploch nemůžeme pro posuv použít pomocný nožový suport. Používá se pouze pro jemné a přesné najetí na rozměr.

Stejný postup je při najíždění na čelo. Pro jemné najetí na požadovaný rozměr použijeme pomocného nožového suportu.

### **6.4 Soustružení drážek.**

#### **6.4.1 Rozdělení drážek.**

**Podle umístění:**

- Drážky vnější.
- Drážky vnitřní

**Podle tvaru:**

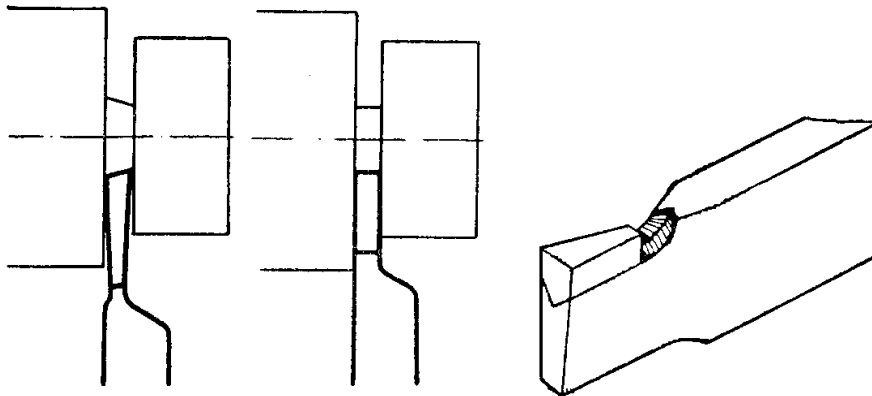
- Drážky přímé
- Drážky tvarové

Všechny uvedené typy drážek potom dělíme na :

- Šroubovité
- Prstencové.

### 6.4.2 Dělení materiálu upichováním

Takovéto dělení materiálu se používá jenom při upichování trubkových obrobků. Při dělení materiálu plného je upichování neefektivní. [4,5]



Upichovací nůž v drážce. Vlevo je správně naostřený nůž, naostření nože vpravo je nevhodné. Břit nože je skloněn pod úhlem  $4^\circ$ , aby oddělil materiál i v ose a na hotovém výrobku nezůstával ořep. Boky nože jsou podbroušeny, aby nedřely v drážce.

## 6.5 Řezání vnitřních závitů pomocí závitníků.

### 6.5.1 Druhy závitníků.

- 1,) Ruční (zámečnické třídílné)
- 2,) Strojní
- 3,) Maticové pro průchozí závity o max. délce 1 D



## 6.5.2 Závity-názvy a definice

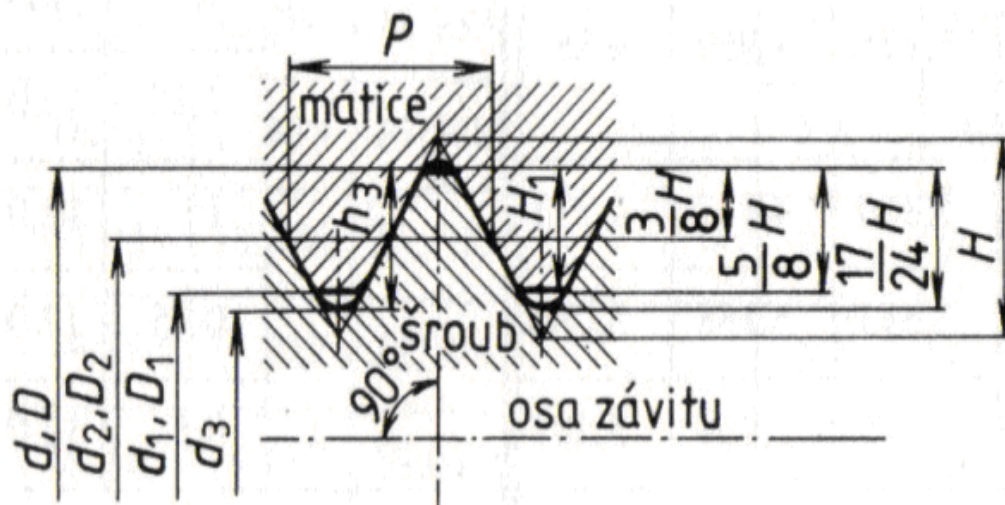
Název	Popis (definice)
Šroubovice	Dráha vytvořená na skutečné nebo myšlené kuželové nebo válcové ploše bodem pohybujícím se tak, že poměr mezi osovým posuvem $\alpha$ a odpovídajícím úhlovým natočením $\varepsilon$ je konstantní
Šroubová plocha	Plocha vytvořená křivkou (profilem závitu) ležící v osové rovině a pohybující se tak, že všechny její body opisují šroubovice o stejném poměru $\alpha$ a $\varepsilon$
Závitový vrchol	Materiál mezi částmi šroubové plochy jednoho závitu
Závit	Povrch plochy vytvořené rovinnou čarou navinutou ve šroubovici na povrch válce nebo kužele
Vnější závit	Závit vytvořený na vnější válcové nebo kuželové ploše
Vnitřní závit	Závit vytvořený na vnitřní válcové nebo kuželové ploše
Jednoduchý závit	Závit vytvořený jedním profilem
Několikachodý závit	Závit vytvořený dvěma nebo několika profily
Pravý závit	Závit, jehož profil při pohledu podél osy při otáčení ve směru pohybu hodinových ručiček se vzdaluje od pozorovatele
Levý závit	LH závit, jehož profil při pohledu podél osy při otáčení proti směru pohybu hodinových ručiček se vzdaluje od pozorovatele
Osa závitu	Osa válce nebo kužele, na němž je závit vytvořen
Profil závitu	Obrys vrcholu závitu a závitové drážky v rovině osového závitu

## 6.5.3 Druhy závitů a jejich značení

### 6.5.3.1 Metrický závit

[4,5]

Metrický závit je u nás nejběžněji užívaný závit. Jeho rozměry se udávají v milimetrech.



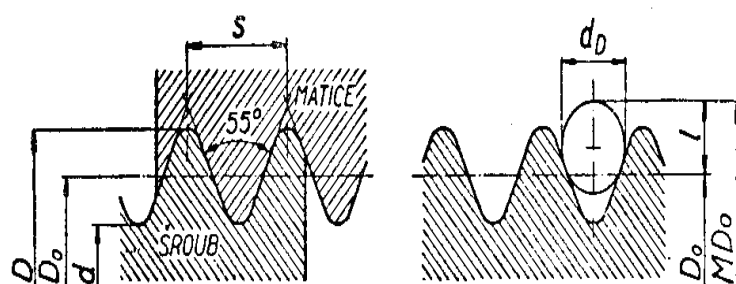
Výraz matice = vnitřní závit, šroub = vnější závit.

Označení metrického závitu o průměru  $d = 12$  mm  
a stoupání  $P_h$  (rozteč  $P$ ) 0,75, toleranční značky 6g:  
 $M12 \times 0,75-6g$

### 6.5.3.2 Whitworthův závit

[4,5]

Whitworthův závit je druh závitu užívaný v zemích používajících palec jako délkovou míru.



### WHITWORTHŮV ZÁVIT

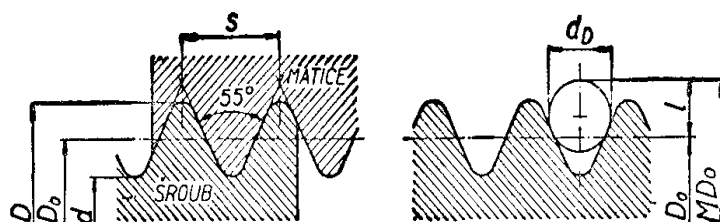
ČSN 01 4030

Rozměry v mm

Označení závitu	Základní profil závitu				Měření měřicími drátky		Předvrtání průměr vrtáku
	velký průměr $D$	střední průměr $D_0$	malý průměr $d$	počet závitů na 1"	průměr drátky $d_D$	míra přes drátky $MD_0^*$	
$W \frac{1}{16}"$	1,588	1,317	1,045	60	0,25	1,704	1,15
$W \frac{2}{32}"$	2,381	2,042	1,704	48	0,335	2,596	1,85
$W \frac{1}{8}"$	3,175	2,768	2,362	40	0,39	3,394	2,5
$W \frac{5}{32}"$	3,969	3,461	2,952	32	0,455	4,141	3,2
$W \frac{3}{16}"$	4,763	4,085	3,407	24	0,62	5,035	3,7
$W \frac{1}{22}"$	5,556	4,878	4,201	24	0,62	5,827	4,5
$W \frac{1}{4}"$	6,350	5,537	4,724	20	0,725	6,616	5,1
$W \frac{5}{16}"$	7,938	7,034	6,130	18	0,895	8,515	6,5
$W \frac{3}{8}"$	9,525	8,508	7,491	16	0,895	9,819	7,9
$W \frac{7}{16}"$	11,112	9,950	8,788	14	1,1	11,693	9,3
$W \frac{1}{2}"$	12,700	11,344	9,988	12	1,35	13,588	10,5
$W \frac{5}{8}"$	14,288	12,932	11,576	12	1,35	15,176	12
$W \frac{3}{4}"$	15,875	14,396	12,917	11	1,35	16,455	13,5
$W \frac{7}{8}"$	19,050	17,424	15,798	10	1,65	20,211	16,5
$W \frac{1}{2}"$	22,225	20,418	18,611	9	1,65	22,934	19,25

### 6.5.3.3 Trubkový závit

[4,5]



### TRUBKOVÝ ZÁVIT VÁLCOVÝ

ČSN 01 4033

Označení závitu	Základní profil závitu				Měření měřicími drátky		Předvrtání průměr vrtáku
	velký průměr D	střední průměr $D_0$	malý průměr $d$	počet závitů na 1"	průměr drátku $d_D$	míra přes drátky $MDo^*)$	
G $1/8''$	9,728	9,147	8,566	28	0,53	9,954	8,8
G $1/4''$	13,157	12,301	11,445	19	0,895	13,851	11,75
G $3/8''$	16,662	15,806	14,950	19	0,895	17,356	15,25
G $1/2''$	20,955	19,793	18,631	14	1,1	21,533	19
G $5/8''$	22,911	21,749	20,587	14	1,1	23,489	21
G $3/4''$	26,441	25,279	24,117	14	1,1	27,019	24,25
G $7/8''$	30,201	29,039	27,877	14	1,1	30,779	28,25
G 1	33,249	31,770	30,291	11	1,35	33,825	30,75
G $1 1/8''$	37,897	36,418	34,939	11	1,35	38,474	35
G $1 1/4''$	41,910	40,431	38,952	11	1,35	42,487	39
G $1 3/8''$	44,323	42,844	41,365	11	1,35	44,900	42
G $1 1/2''$	47,803	46,324	44,845	11	1,35	48,380	45
G $1 3/4''$	53,746	52,267	50,788	11	1,35	54,323	51
G 2	59,614	58,135	56,656	11	1,35	60,191	57
G $2 1/4''$	65,710	64,231	62,752	11	1,35	66,257	
G $2 1/2''$	75,184	73,705	72,226	11	1,35	75,761	
G $2 3/4''$	81,534	80,055	78,576	11	1,35	82,111	
G 3	87,884	86,405	84,926	11	1,35	88,461	
G $3 1/2''$	100,330	98,851	97,372	11	1,35	100,907	
G 4	113,030	111,551	110,072	11	1,35	113,607	
G 5	138,430	136,951	135,472	11	1,35	139,007	
G 6	163,830	162,351	160,872	11	1,35	164,407	

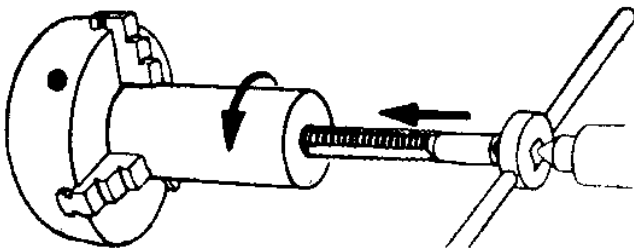
\*) Hodnota theoretická i s korekcí na úhel stoupání šroubovice, bez korekce pro měřicí tlak.

Trubkový závit válcový podle normy ČSN 1001—1948, tab. VIII, je převeden beze změny na normu ČSN 01 4033. Jsou pouze vypuštěny závity G  $3 1/4''$ , G  $3 3/4''$ , G  $4 1/2''$ , G  $5 1/2''$  a G  $7''$  až G  $18''$ .

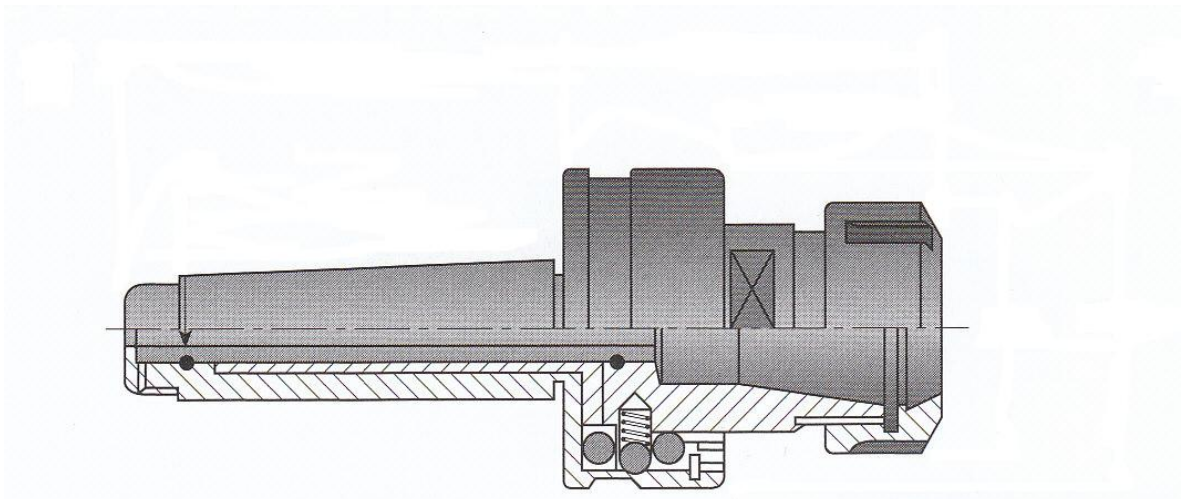
#### 6.5.4 Nástrojové držáky, do kterých upínáme závitníky.

- Vratidla
- Upínací hlavy pro závitníky.

Umožňují nastavení kroutícího momentu tak, aby nedošlo k ukroucení závitníku při najetí do dna otvoru.



Řezání závitu závitníkem upnutým ve vratidle[4]

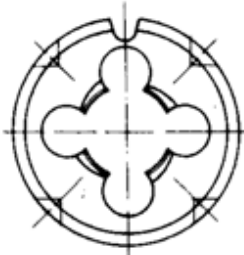
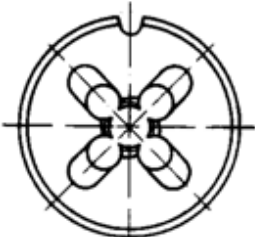


Upínací hlava pro závitník.[7]

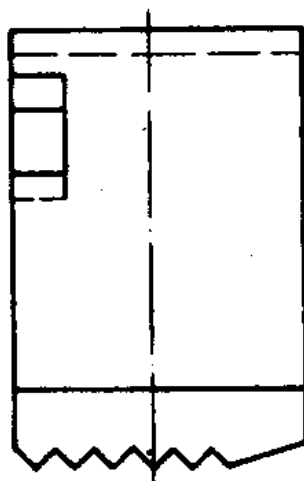
## 6.5.5 Řezání vnějších závitů

### 6.5.5.1 Nástroje pro výrobu závitů řezáním

[6,7]

ruční	metrický základní řady a závit s jemným stoupáním průměr 1 až 52 mm		22 3210
	trubkový válcový G 1/8" až 1 1/2"		22 3212
automatové	metrický základní řady a závit s jemným stoupáním průměr 1 až 16 mm		22 3216

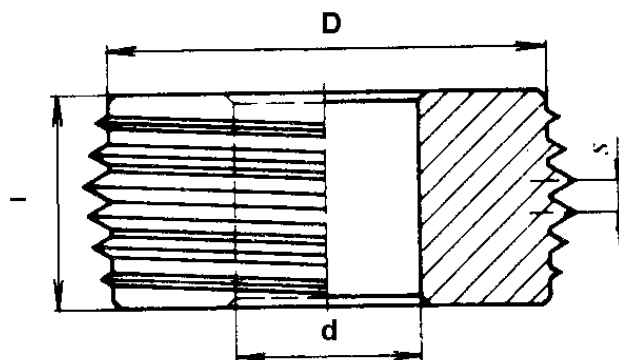
Závitové čelisti kruhové (očka)



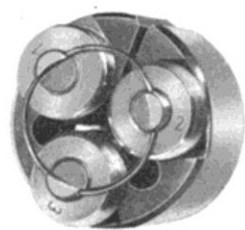
Závitová čelist pro automatické hlavy.

### 6.5.5.2 Nástroje pro výrobu závitů válcováním

- Závitové válcovací hlavy univerzální
- Závitové válcovací hlavy stojící
- Závitové válcovací hlavy rotační



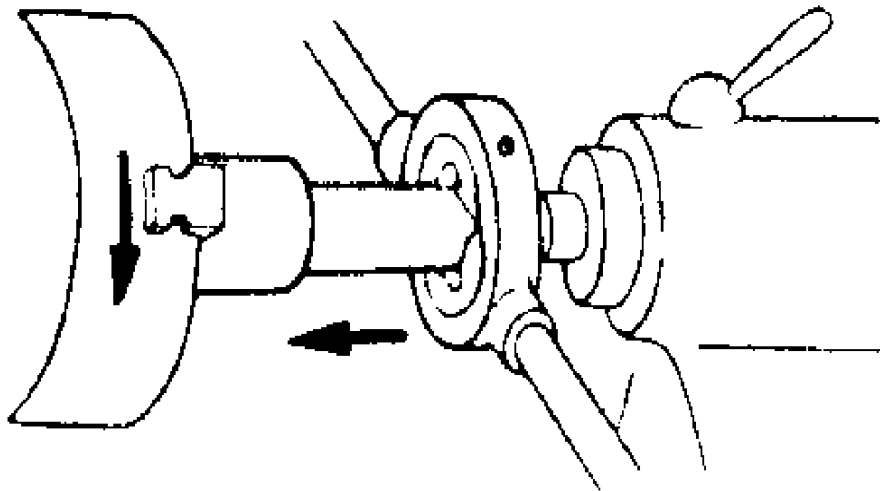
D- vnější průměr kotouče  
d- průměr díry kotouče  
s- stoupání profilů  
l- šířka kotouče



Pevná válcovací hlava (s pevně danými rozměry závitu) v smontovaném a demontovaném stavu.[7]

### 6.5.5.3 Nástrojové držáky.

- Speciální nástrojové hlavy
- Ruční vratidla.



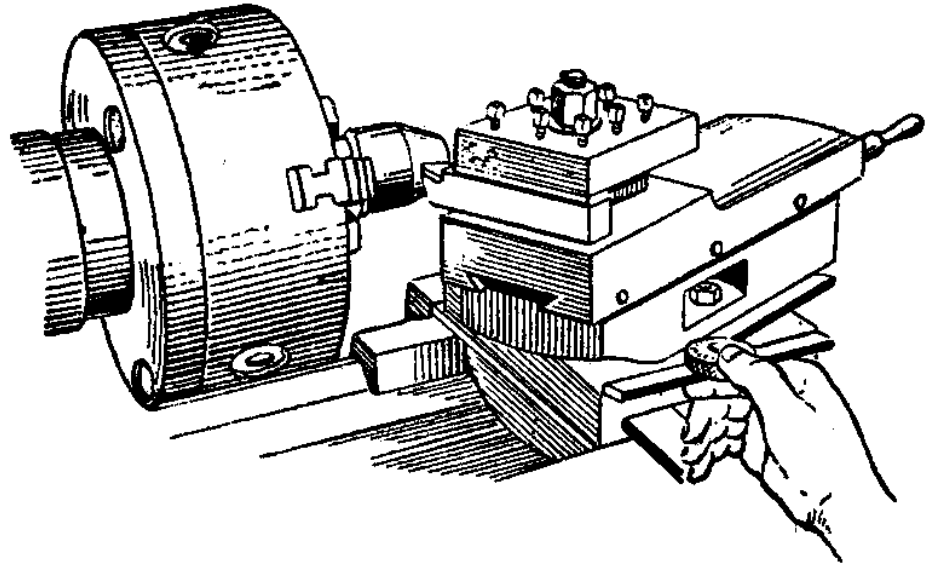
Ruční vratidlo použité při řezání závitu na soustruhu.[9]

### 6.5.6 Soustružení kužele na univerzálním hrotovém soustruhu.

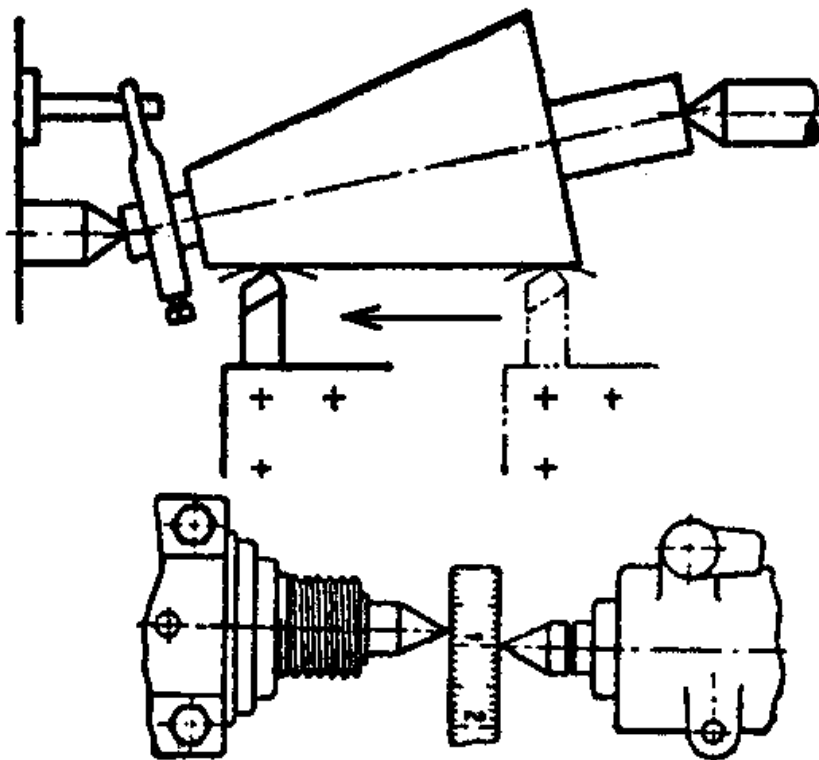
**Kuželovou plochu můžeme vyrobit těmito způsoby:**

- Pomocí natočení ostří nože (používá se při srážení hran) úhel natočení ostří je polovinou vrcholového úhlu kužele.
- Soustružení kužele pomocným nožovým suportem a natočením točnice. (nelze používat strojních posuvů a délka kužele je limitována rozsahem pomocného nožového suportu.)
- Pomocí vyosení koníka, (tento způsob lze používat pouze při soustružení vnějších kuželů o malé kuželovitosti. Součást musí být upnuta mezi hroty, středící dülky musí být typu **R** a seřizování je velmi obtížné.)
- Pomocí vodícího (sinusového) pravítka. Jedná se o zvláštní příslušenství soustruhu.

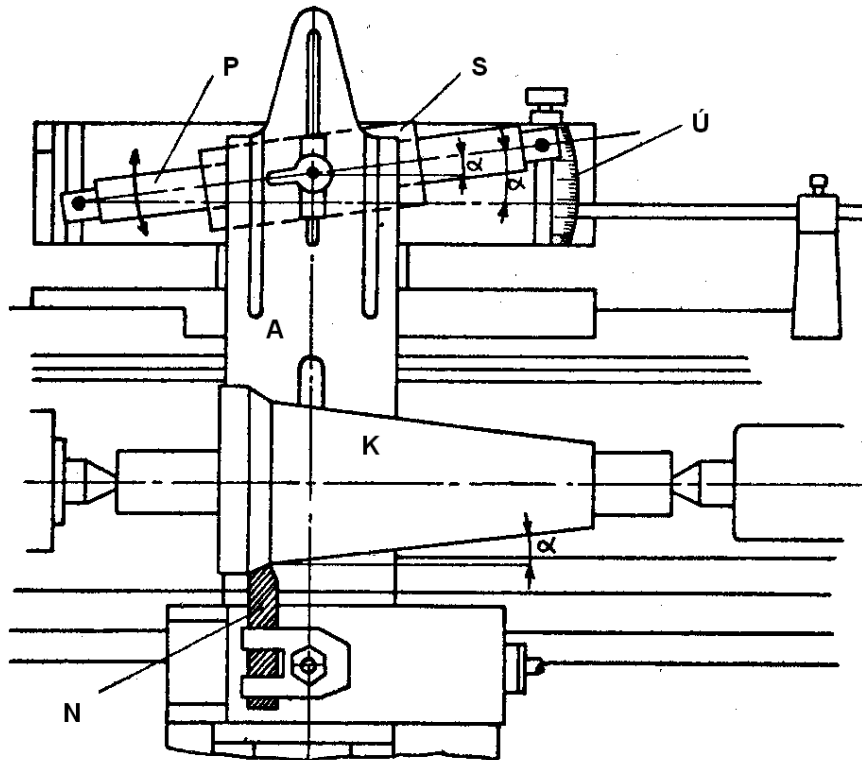




Soustružení kužele pomocí natočení pomocného (nožového) suportu [9]



Soustružení kužele pomocí vyosení koníka. Na dolním obrázku je přibližné měření hodnoty vyosení koníka[8]



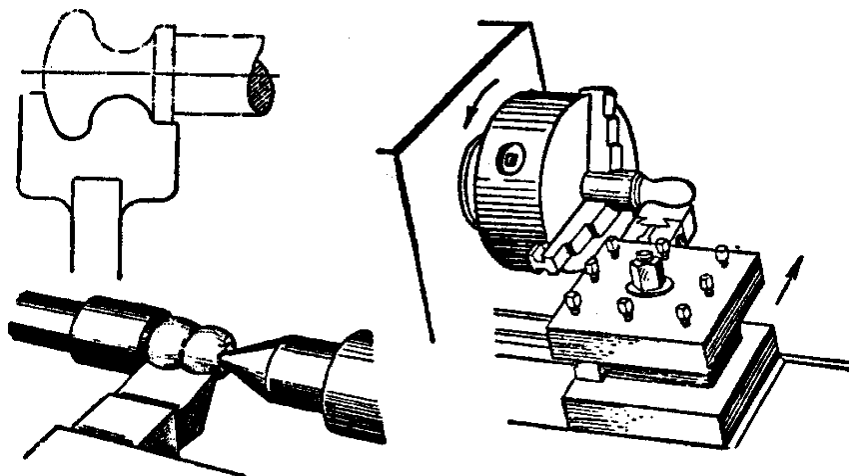
P- vodící pravítka; S- saně pojíždějící po pravítku; Ú- úhlová stupnice k nastavení kuželovitosti; A- suport; K- vyráběný kužel; N- nástroj

Soustružení kužele pomocí vodícího pravítka [8]

## 6.5.7 Soustružení tvarových ploch

### 6.5.7.1 Způsoby soustružení tvarových ploch

- Tvarovým nožem
- Kopírováním

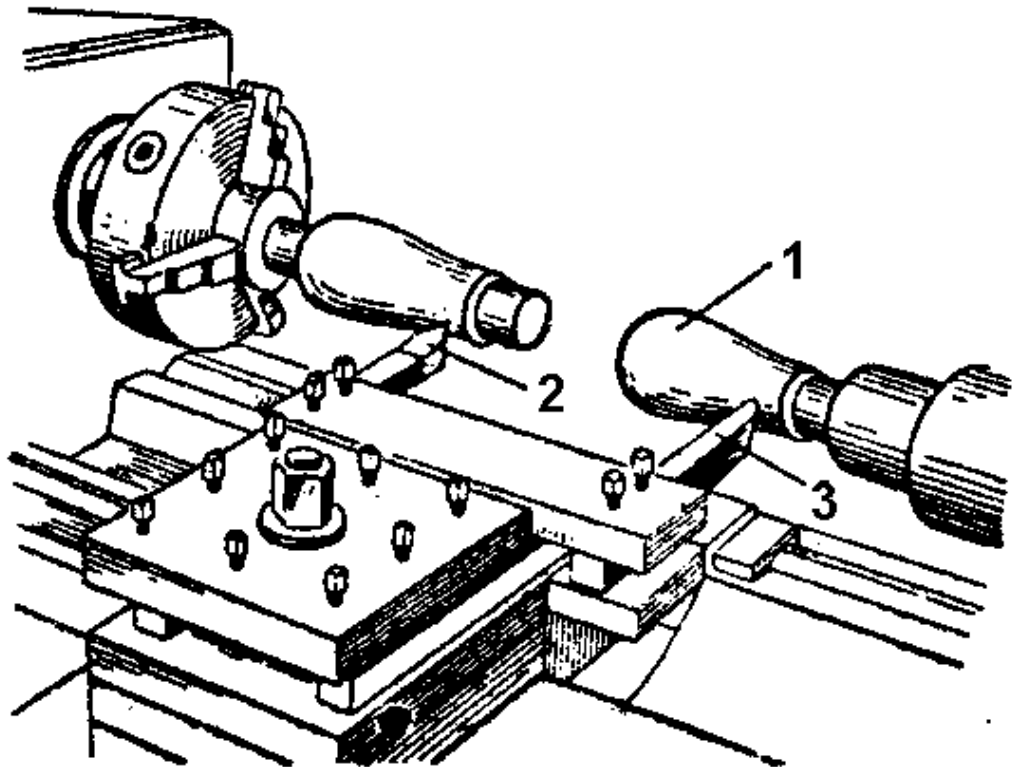


Výroba tvarové součásti tvarovým nožem

### 6.5.7.2 Výroba tvarových součástí kopírováním

- Přímé kopírování vzorku
- Kopírování pomocí šablony

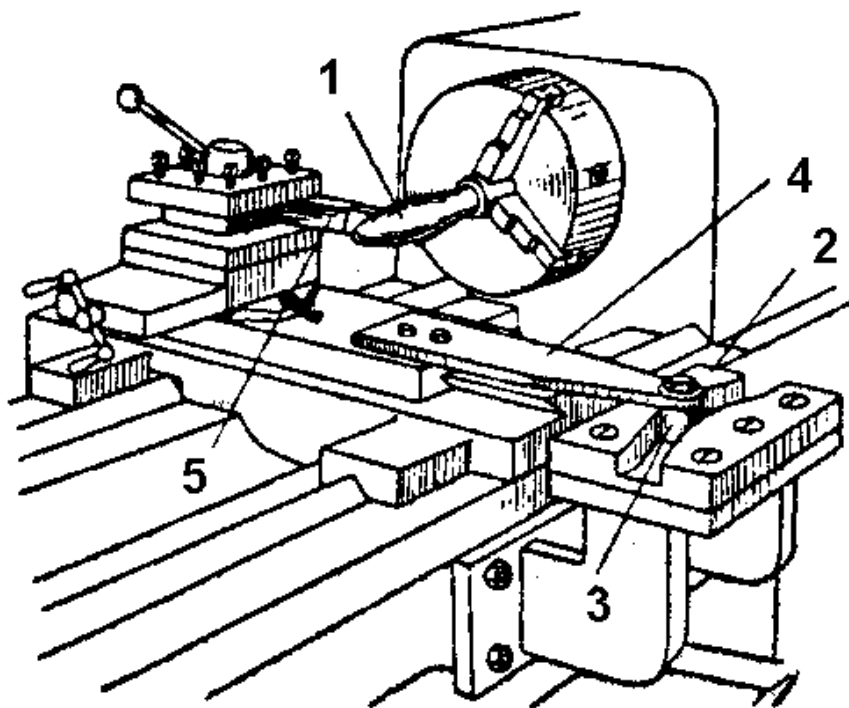
Výroba tvarové součásti pomocí kopírování vzorku probíhá tak, že vzorek součásti upneme do koníka. V nožové hlavě je upnut soustružnický nůž a kopírovací palec. Při posuvu palec kopíruje povrch vzorku a pohyb je přenášen na soustružnický nůž. Tvar vzorku je kopírován na obrobek.



Výroba tvarové součásti kopírováním.[3]

- 1-Vzorek součásti
- 2-Soustružnický nůž
- 3-Kopírovací palec

Při výrobě tvarové součásti pomocí šablony je suport uvolněn z posuvového šroubu a axiální pohyb je zajištěn kladkou. Kladka se pohybuje posuvem v drážce modelu. Tvar drážky je přenášen na soustružnický nůž a vzniká tvarová součást.



Výroba tvarové součásti pomocí šablony[9]

- 1-Tvarová součást
- 2-Drážka modelu
- 3-Kladka
- 4-Support
- 5-Soustružnický nůž

Nástupem CNC strojů je soustružení tvarových ploch na univerzálním hrotovém soustruhu neefektivní a nepřesné.

## 7 Závěr

Cílem předložené bakalářské práce bylo systematicky uspořádat a rozdělit způsoby třískového obrábění se zaměřením na soustružení a vypracovat názorný a metodicky pojatý text zvoleného tématu, tak aby byl dobře použitelný ve vyučovací praxi.

Hlavní cíl mé práce představuje vytvoření přehledného a srozumitelného výukového materiálu, který bude přínosný v hodinách předmětu „Technická praktika – strojní obrábění kovů“. Jsem přesvědčen, že tento úkol byl splněn.

V úvodu práce jsem přehledně a srozumitelně uspořádal základní pojmy, jejichž pochopení je nutné pro vysvětlení dalších problematik. Detailněji jsem se věnoval geometrii bříty, nástrojovým materiálům a tvorbě třísky.

. V dalších kapitolách jsem se zabýval podrobněji problematikou soustružení a vybranými způsoby upínání obrobků.

Dále jsem vysvětlil problematiku sil, působících na břit soustružnického nože.

V metodicky pojatém závěru jsem rozebral možnosti použití univerzálního hrotového soustruhu a tvary, které je možno s jeho použitím vyrobit. Předpokládám, že tato část bude díky didaktickému pojetí dobře použitelná jako výukový materiál na všech technicky zaměřených školách.

V dostupné literatuře je velmi málo dílensky zaměřených statí s názornými obrázky. Jako učitel odborného předmětu na střední škole jsem vycházel z praktických zkušeností s výukou strojního obrábění. Mně osobně zpracování daného tématu přineslo vytvoření hierarchického přehledu a uspořádání způsobů soustružení.

Tak rozsáhlé téma jsem dosud nezpracovával a získal jsem tím velkou zkušenost v práci s textovým editorem a úpravou obrázků.

## 8 Seznam použitých zdrojů

### Literatura:

- [1] HLUCHÝ M. a kol. Strojírenská technologie Praha: SNTL 1975. ISBN Neuvedeno.
- [2] HLUCHÝ M. *Strojírenská technologie 2 – 2.díl – Koroze, základy obrábění, výrobní postupy*. Praha: Scientia 2006. ISBN 80-7183-245-6
- [3] HLUCHÝ M. a kol. Polotovary a jejich technologičnost, základy obrábění. Praha:SNTL 1989. ISBN Neuvedeno
- [4] ŘASA J., ŠVERCL J. Strojnické tabulky pro školu a praxi 1. Díl. Praha, Scientia 2004 ISBN 80-7183-312-6
- [5] ŘASA J., ŠVERCL J. Strojnické tabulky pro školu a praxi 2. Díl. Praha, Scientia 2007 ISBN 80-86960-20-3
- [6] LEINVEBER J., VÁVRA P. Strojnické tabulky. Úvaly, Albra 2006 ISBN 80-7361-033-7
- [7] SCHMIDT, E. a kol. *Příručka řezných nástrojů*. Praha: SNTL 2001. ISBN Neuvedeno.
- [8] VESELÝ, B. *Technická praktika strojního obrábění kovů*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Pedagogická fakulta, 1994. ISBN 80-7040-116-8.
- [9] ŘASA J., GABRIEL V. Strojírenská technologie 3, 1.díl Praha, Scientia 2005 ISBN 80-7183-337-1

### Internetové zdroje:

- [10] BULÁNEK J. Teorie třískového obrábění kovů-bakalářská práce České Budějovice Pedagogická fakulta 2008

<http://coptel.coptkm.cz/index.php?action=2&doc=33586&docGroup=4831&cmd=0&instance=2> 15.1.2012

- [11] Základy třískového obrábění <http://pro-strojare.ic.cz/stt%203sp1/zaklady.htm> 15.1.2012