

## 4.SOUSTRUŽENÍ

Soustružení je nejrozšířenější způsob obrábění a představuje 30 až 40 % celkové pracovní strojního obrábění. Soustružením lze obrábět vnější a vnitřní válcové i kuželové plochy, tvarové

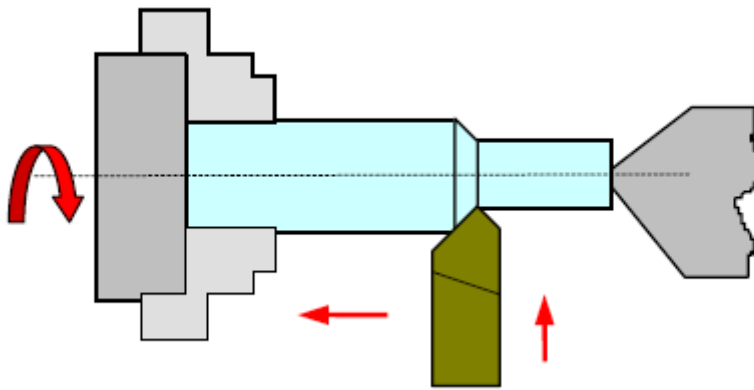
plochy i obecné (soudkovité, podsoustružené zuby fréz apod.). Na soustruzích lze vrtat, vystružovat, řezat závit, soustružit rovinné i kulovité plochy. Kromě toho lze na nich konat zvláštní

práce jako vroubkování, válečkování, okružní frézování závitů apod.

### Podstata soustružení

Obrobek se otáčí, nástroj se pohybuje přímočaře. **Hlavní pohyb** je vždy rotační a koná jej obrobek. Pracovní pohyb nástroje ve směru osy obrobku - podélný posuv (*stopa nože na obrobku*

*je šroubovice*), ve směru kolmém na osu obrobku - příčný posuv (*stopa nože na obrobku je Archimédova spirála*). Přířuv je pohyb nástroje, kterým se nastavuje hloubka záběru



Obvodová rychlost obrobku  $v$  je řeznou rychlostí, jejíž velikost je určena vztahem:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad \left[ \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \right]$$

### Soustružnické nože

**Podle materiálu jsou nože:** z nástrojové rychlořezné oceli, s břitovými destičkami ze slinutých

karbidů, s břitovými destičkami ze slinutých korundů, diamantové nože.

**Podle druhu obráběcího stroje:** soustružnické, revolverové, automatové.

**Podle charakteru obrábění:** hrubovací a hladící.

**Podle způsobu obrábění:** ubírací, zapichovací a upichovací, vyvrtávací a tvarové:

**Podle tvaru tělesa nože:** přímé, ohnuté, prohnuté a osazené.

**Podle polohy hlavního ostří:** pravé, levé, souměrné.

**Podle požadavku výroby:** komunální a operační.

**Podle základního názvosloví (ČSN 22 0110):** pravé, levé, souměrné, osazené.

Pravý nůž má při vodorovné poloze, hlavou k pozorovateli a čelem vzhůru, ostří na pravé straně

(levý na levé).

## Geometrie břítu

Řezné úhly se volí se zřetelem na trvanlivost břítu, jakost povrchu obráběné součásti, řezné podmínky, velikost řezného odporu, tuhost stroje a pevnost břitové hrany. Velikosti jednotlivých

řezných úhlů se určují podle technologických tabulek, nebo podle doporučení výrobců nástrojů

v jejich katalozích.

## Lamače třísek

K ekonomicky vhodnému utváření třísek se často používá tzv. **lamačů třísky**. U nožů s pájenými

plátky se docílí oddělení (lámání) třísky např. vybroušením lamačů na čele ve stupňovitém tvaru

podél hlavního ostří. Velikost šířky stupňů bývá v rozmezí 1,5 – 1,8 mm. U nožů

s vyměnitelnými břitovými destičkami se třísky utvářejí příložnými lamači nebo lamači předlisovanými na břitové destičce.

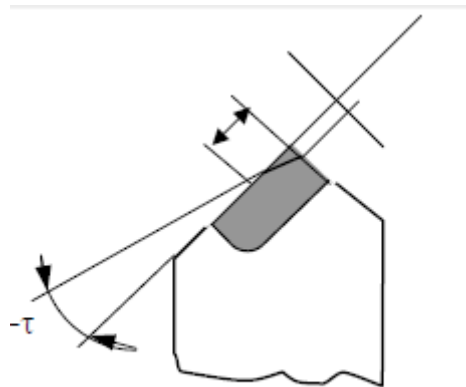
Hloubka a šířka lamače se volí podle velikosti nože a zkušeností. Zadní hrana lamače může svírat

s břitem úhel, který bývá 5 až 15° a ovlivňuje směr odchodu třísky.

Lamač třísky se vybrušuje brousícím kotoučem do nástroje. Nejběžnější lamače třísky jsou *stupínkové* a *žlábkové*. Rozměry stupínku i žlábků jsou stanoveny v závislosti na posuvu, hloubce

řezu a na jakosti obráběného materiálu. Rozměry stupínku i žlábků jsou nejvíce ovlivněny úhlem

čela soustružnického nože.



U automatických a programově řízených obráběcích strojů je zvlášť důležité věnovat pozornost

volbě vhodného tvaru třísky. Třísky se v žádném případě nesmí namotávat na obrobek a tím znesnadňovat obráběcí proces. U nožů s vyměnitelnými destičkami se třísky utvářejí příložnými

utvářeči nebo utvářeči předlisovanými na břitových destičkách. Zahraniční výrobci a PRAMET

Šumperk používají tři typy utvářečů.

**DF** – pro jemné soustružení:  $s=0,1 - 0,3\text{ mm}$   $h=0,5 - 3\text{ mm}$

**DM**- střední soustružení :  $s= 0,2 - 0,75\text{ mm}$   $h= 1 - 6,5\text{ mm}$

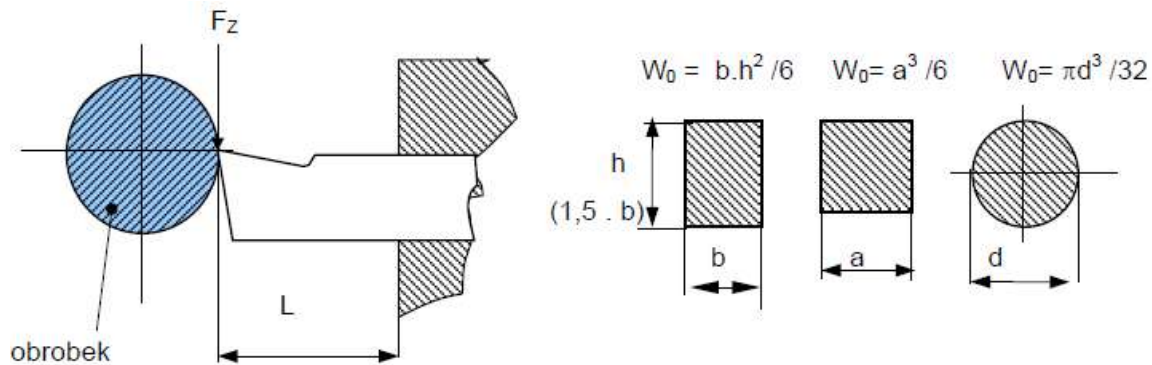
**DR**- hrubování :  $s= 0,3 - 0,85\text{ mm}$   $h= 2 - 9\text{ mm}$

## Základy konstrukce nožů

Tělesa nožů mají mít průřez podle velikosti řezného odporu. Nože jsou namáhány

ohybovým momentem. Výpočet průřezu nože je pouze přibližný, neboť se neuvažuje zatížení

složkami řezného odporu, zvýšení řezného odporu v průběhu otupování nástroje, vliv geometrie bříty a řezných podmínek. Délka nože se přizpůsobuje upínáním nebo se volí podle ČSN 22 3510 až 90. Těleso nože je obvykle z uhlíkové oceli 11 700.



$h = 4 \cdot b$  - pro upichovák,

ohybový moment  $M_0 = F_z \cdot l = W_0 \cdot \sigma_{D0}$

pro konstrukční ocel je  $\sigma_{D0} = 200 - 250$  MPa,

$$1. \text{ pro čtvercový průřez } \sigma_{D0} = \frac{M_0}{W_0} = \frac{F_z \cdot l}{W_0} = \frac{f \cdot t \cdot p \cdot l}{a^3 / 6}, \quad a \geq \sqrt[3]{\frac{6 \cdot f \cdot t \cdot p \cdot l}{\sigma_{D0}}}$$

2. pro obdélníkový průřez ( $h = 1,5 \cdot b$ ),

$$\sigma_{D0} = \frac{M_0}{W_0} = \frac{F_z \cdot l}{W_0} = \frac{f \cdot t \cdot p \cdot l}{b \cdot h^2 / 6} = \frac{6 \cdot f \cdot t \cdot p \cdot l}{b \cdot (1,5b)^2} \Rightarrow b \geq \sqrt[3]{\frac{6 \cdot f \cdot t \cdot p \cdot l}{2,25 \sigma_{D0}}}$$

Nože s břitovou destičkou z RO

Většina nožů se vyrábí s břitovými destičkami připájenými nebo přivařenými k tělesu nože. Tvar a poloha destičky se řídí úhly geometrie bříty, řeznými podmínkami, předpokládaným řezným odporem a způsobem ostření

Nože s břitovou destičkou ze slinutých karbidů

Břitové destičky jsou k tělesu nože připájeny a v současnosti stále více jsou mechanicky upnuté v provedení vyměnitelných destiček. Mají 3 až 6 ostří a připevňují se mechanicky k tělesům

nože. Po otupení jednoho ostří se destička pootočí a pracovní polohu zaujme nové ostří.

Dva způsoby mechanického upnutí destiček

- upínkou
- s dírou a upínacím čepem. Vychýlením upínacího čepu se dosáhne upnutí destičky do

lůžka nože.

Nože s keramickými břitovými destičkami

Keramické břitové destičky mají vysokou tvrdost, ale malou ohybovou pevnost. Upevňují se na tělesa nože buď lepením, častěji mechanicky.

Diamantové a polykrystalické nože

Diamantové nože jsou vhodné na dokončovací operace, zvláště pro bronz, litiny, mosazi a plasty. Jelikož diamantové břity mají velmi malý otěr, dosahuje se značné přesnosti a hladkosti

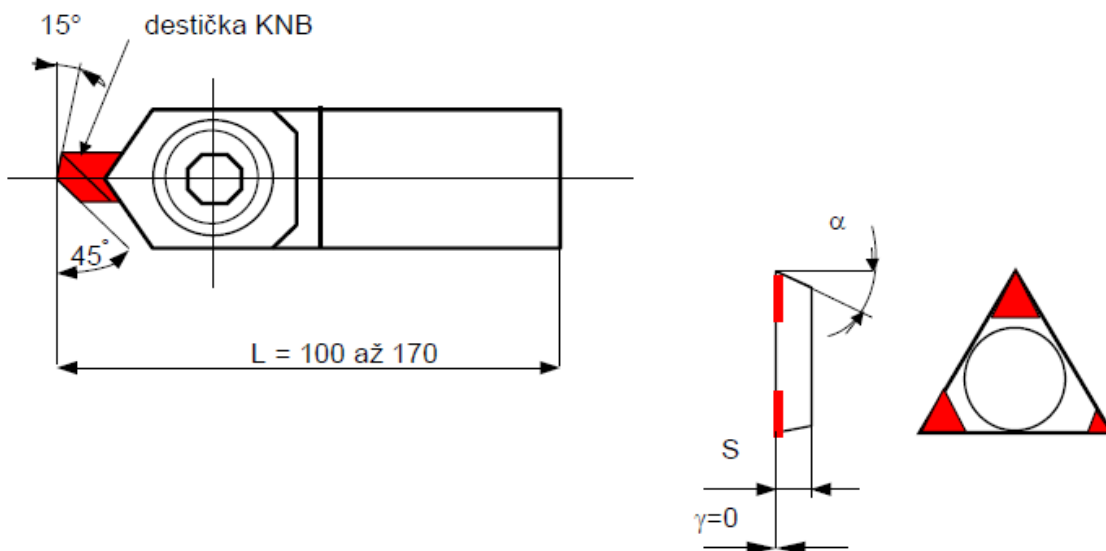
povrchu. Dále se uplatňují **polykrystalické nože kompozit**. Řezná část nože je z **kubického**

**nitridu bóru** (KBN). Tyto nože umožňují dokončovací operace na těžkoobrobitelných materiálech,

zejména na obrocích z kalených ocelí a slitin. Pracují při vysokých řezných rychlostech, mají

velkou trvanlivost ostří a mnohdy nahrazují broušení.

Polykrystalické materiály se používají jako vyměnitelné destičky



### Tvarové nože

Tvar ostří nože odpovídá tvaru obráběné plochy. Nože se používají v sériové výrobě, hlavně na revolverových a automatických soustruzích. Výhodou je jejich vysoká produktivita práce, velká životnost břitu a přesnost vyráběných ploch.

Nevýhodou jsou obtíže při konstrukci i výrobě a nepříznivé pracovní podmínky (mění se geometrie břitu).

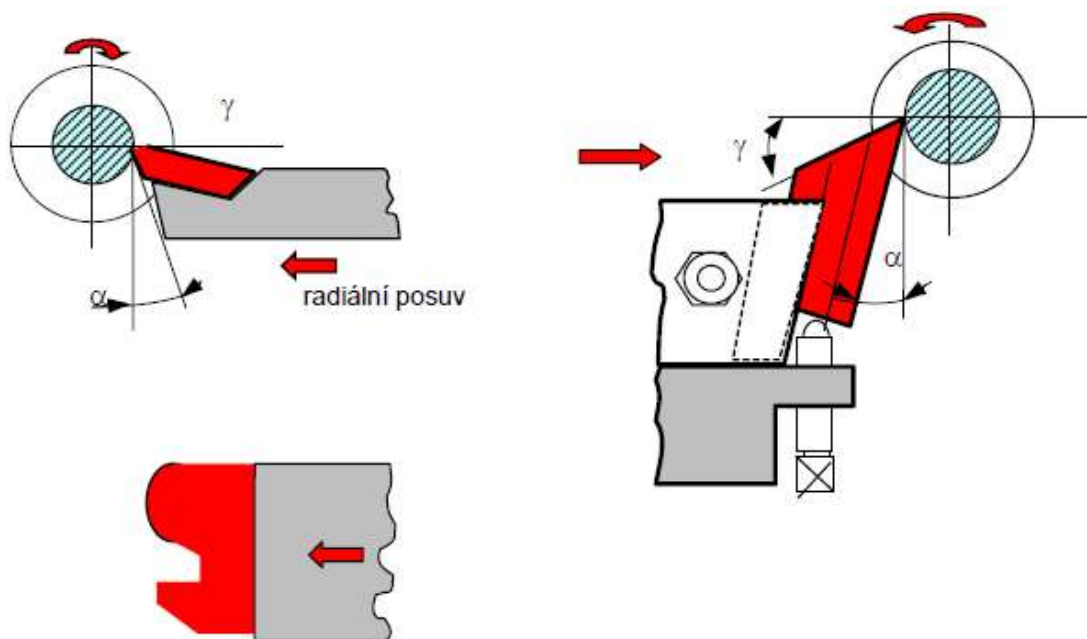
Dělí se na **radiální** a **tangenciální**.

**Radiální nože** mají posuv do řezu v radiálním směru buď kolmo, nebo šikmo k ose součásti.

Podle provedení se dělí na:

- **ploché** – výrobně jednoduché, dovolují však malý počet ostření.
- **Prizmatické hranolové** – vhodné pro revolverové a automatické soustruhy. Ustavení a

upnutí je v rybinovitém vedení držáku. Počet ostření je velký.



- **kotoučové** – pro vnější i vnitřní soustružení. Prstencový tvar dovoluje mnohonásobné

ostření.

**Tangenciální nože** – neliší se svým tvarem od radiálních prizmatických nožů. Rozdíl je v posuvu,

který je tangenciální k povrchu obrobku. V průběhu řezání se mění úhly čela i hřbetu a řezné rychlosti v jednotlivých bodech ostří. Používají se pro mělké tvary a tam, kde jiný pohyb není možný (automaty).

### Soustružnické nože pro CNC stroje

Základní požadavky na nástroje

Hlavní odlišnost nástrojů pro CNC stroje je v tom, že jsou přizpůsobeny požadavku seřizování na specializovaném pracovišti mimo stroj. Předem seřízené nástroje zlepšují využití

CNC strojů. Používají se proto nože s vyměnitelnou břitovou destičkou. U těchto nástrojů se nemění poloha břitu vzhledem k poloze těla nože a tak umožňují rychlou výměnu otupeného břitu.

## ŘEZNÉ PODMÍNKY PŘI SOUSTRUŽENÍ

**Řezná rychlost –  $v$**  – měřítkem hlavního pohybu. Optimální velikost řezné rychlosti závisí hlavně:

- na mechanických vlastnostech materiálu obrobku
- na druhu materiálu nože, tj. na jeho řezivosti
- na velikosti průřezu třísky, tj. na velikosti posuvu a hloubky odebírané vrstvy materiálu
- na zvolené trvanlivosti nástroje
- na geometrii břitu (úhlech  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\chi$ )
- na druhu soustružnické práce (např. při řezání závitů se volí menší řezné rychlosti).
- Na tuhosti soustruhu a chlazení

Řezné rychlosti při soustružení:

Materiál obrobku	Posuv za otáčku $f$ (mm)								
	hrubování			Na čisto			Jemné soustr.		
	$f > 0,3$			$f = 0,3 - 0,05$			$f < 0,05$		
	Materiál nástroje			Materiál nástroje			Materiál nástroje		
RO	SK	KM	RO	SK	KM	RO	SK	KM	
Uhlíková ocel do 800 MPa	15	60	-	20	90	150	60	150	300
	až	až	-	až	až	až	až	až	až
	40	140	-	60	180	400	100	250	600
Uhlíková ocel nad 800 MPa	10	40	-	15	70	120	50	120	350
	až	až	-	až	až	až	až	až	až
	35	100	-	50	140	300	80	200	500
Legované oceli	8	35	-	15	45	-	30	60	-
	až	až	-	až	až		až	až	
	35	110	-	50	160	-	60	150	-
Šedá litina	15	30	--	20	60	120	-	-	-
	až	až	-	až	až	až			
	30	90	-	50	100	200	-	-	-
Slitiny hliníku	20	80	-	40	120	150	80	150	300
	až	až	-	až	až	až	až	až	až
	80	200	-	100	300	600	120	350	800

**Posuv –  $f$**  - závisí na požadované jakosti plochy a na tuhosti a velikosti obrobku. Zásadně se volí maximální velikost posuvu, která odpovídá uvedeným požadavkům. Velikost posuvu se volí

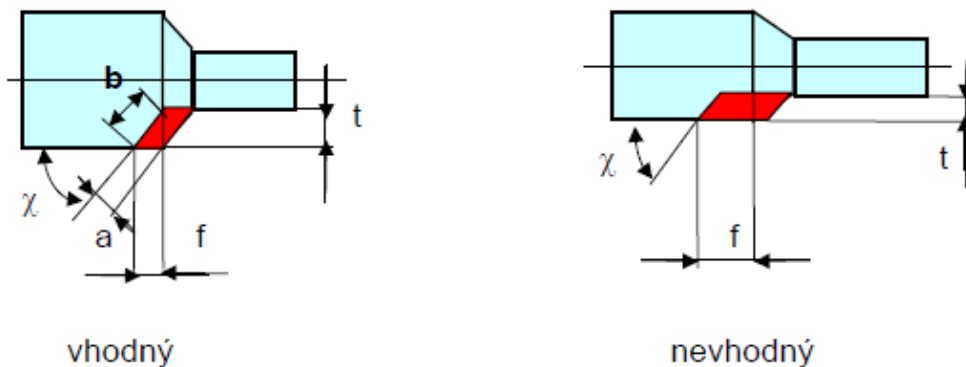
Při hrubování	0,4 až 5 mm
Při práci na čisto	0,06 až 0,3 mm
Při jemném soustružení	0,005 až 0,05 mm

**Hloubka řezu –  $t$**  - hloubka odřezávané vrstvy materiálu, závisí na mechanických vlastnostech materiálu obrobku, jeho tuhosti a na způsobu obrábění. Z hlediska hospodárnosti se musí volit maximální hloubka řezu přípustná pro dané obrábění.:

Hrubování	3 až 30 mm
Práci na čisto	0,5 až 2 mm
Jemné soustružení	0,03 až 0,3 mm

Vzhledem k využití břitu nástroje a jeho trvanlivosti je nutné přihlížet také ke tvaru třísky. Používají se menší posuvy a větší hloubky třísky, zachovává se tedy poměr  $f : t = 1 : 3$  až  $1 : 10$  při úhlu nastavení asi  $45^\circ$ .

**Průřez třísky – S** je určen velikostí řezné síly a tím i potřebným výkonem stroje.



Obr. Tvar třísky při soustružení

## SÍLY, VÝKON A VÝPOČET STROJNÍCH ČASŮ

### Řezné síly

Velikost řezné síly se obvykle počítá ze vztahu:

$$F_z = S \cdot p \quad [N]$$

S – průřez třísky (mm<sup>2</sup>)

p – řezný odpor (N/mm<sup>2</sup>)

Velikost řezného odporu je průměrně 4 až 5krát větší než pevnost v tahu obráběného materiálu. **p @ (4, 5) Rm**

Řezný odpor se značně mění s tloušťkou třísky (posuvem) a úhlem řezu δ. Se zvětšujícím se posuvem a zmenšujícím se úhlem δ řezný odpor klesá.

Velikost řezné síly s řeznou rychlostí určují příkon elektromotoru soustruhu:

$$P_{už} = F_z \cdot v \quad (W), \quad P_e = P_{už} / \eta \quad (W)$$

kde η je účinnost stroje, která zahrnuje ztráty v převodech (η ≈ 0,7)

### Výpočet strojních časů

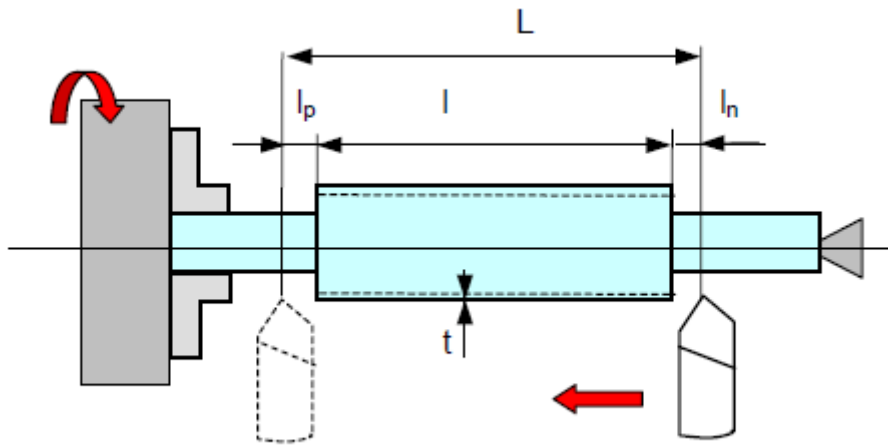
Produktivita obráběcího stroje se hodnotí počtem výrobků za jednotku času nebo časem potřebným pro jejich výrobu.

#### Podélné soustružení válcové plochy

$$T_{As} = \frac{L}{n \cdot f} \quad (\text{min})$$

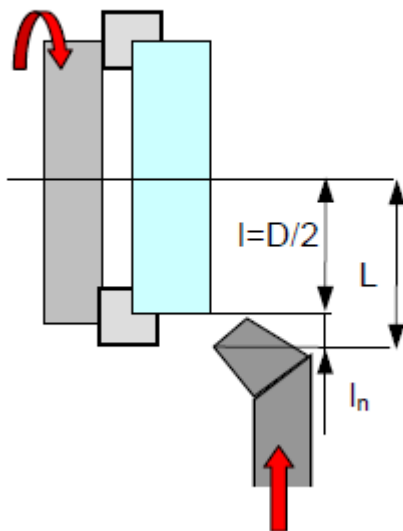
kde L je dráha nástroje; **L = l + l<sub>n</sub> + l<sub>p</sub> (mm)**

délka náběhu l<sub>n</sub> a délka přeběhu l<sub>p</sub> se volí 5 až 10 mm.



## Příčné soustružení

$$L = D / 2 + l_n \text{ ( mm )}$$



## DOSAHOVANÁ PŘESNOST A DRSNOST

Přesnost i drsnost povrchu závisí na řezných podmínkách, zejména na posuvu, tuhosti soustavy S-N-O, na geometrii břitu ( $\chi$ ,  $\chi_v$ , R), na jakosti ostří a způsobu mazání a chlazení.

Druh práce	Přesnost IT	Drsnost $R_a$	Nástroj
Hrubování	11 až 14	12,5 až 100	RO, SK
Práce na čisto	9 až 11	1,6 až 12,5	RO, SK
Jemné soustružení	7 až 8	0,4 až 1,6	SK
	5 až 6	0,2 až 0,8	diamant





## Druhy soustruhů

Soustruhy se dělí na:

1. Hrotové
2. Čelní
3. Revolverové
4. Svislé - karuselové
5. Poloautomatické
6. Automatické
7. CNC - číslicově řízené

### 1) Hrotové

Jsou určeny k obrábění válcových ploch obrobků upnutých v hrotech, ve sklíčidle, na trnech, upínací desce.

**Univerzální hrotové soustruhy** jsou vybaveny **vodícím šroubem**, který umožňuje řezání závitů

nožem. Mají velký rozsah otáček a posuvů, což charakterizuje jejich univerzálnost. Velikost hrotových soustruhů je dána oběžným průměrem  $D_0$  nad ložem a největší vzdáleností hrotů  $L_0$ .

Podle velikosti oběžného průměru jsou:

- malé -  $D_0$  do 250 mm,
- střední -  $D_0$  do 900 mm
- velké -  $D_0$  nad 900 mm

**Základní části soustruhu:**

- rám stroje, který tvoří lože, vřeteník, koník, suport, posuvové a závitové převodovky elektromotoru a příslušenství.

**Speciální soustruhy** - produktivní hrotové soustruhy, které nemají vodící šroub. Rozsah a počet

otáček i posuvů je omezený. Mají motor o větším výkonu, upínání součástí a ovládání koníku je mechanizováno.

Mezi speciální hrot.soustruhy patří kopírovací, podtácecí, na klikové hřídele, na válcovací stolice, na řezání závitů aj.

### 2) Čelní soustruhy

používají se zpravidla v kusové výrobě pro soustružení rozměrných obrobků, které mají délku menší než průměr ( $L < \varnothing$ ).

Zpravidla nejsou vybaveny koníkem a obrobek se upíná na tzv. lícni desku.

- Nevýhodou čelních soustruhů je pracné (zdlouhavé) upínání, vyžadující součinnost soustružníka s jeřábníkem.

### 3) Revolverové soustruhy

- uplatňují se v sériové výrobě rotačních součástí, které svým tvarem umožňují provádět několik úkonů na jedno upnutí (soustružení, vrtání, vystružování, řezání závitů aj.).

- charakteristickou částí revolverového soustruhu je **revolverová hlava**, která umožňuje upnutí

většího počtu potřebných nástrojů .

Velikost revolverových soustruhů se určuje podle největšího průměru tyče, která projde vřetenem.

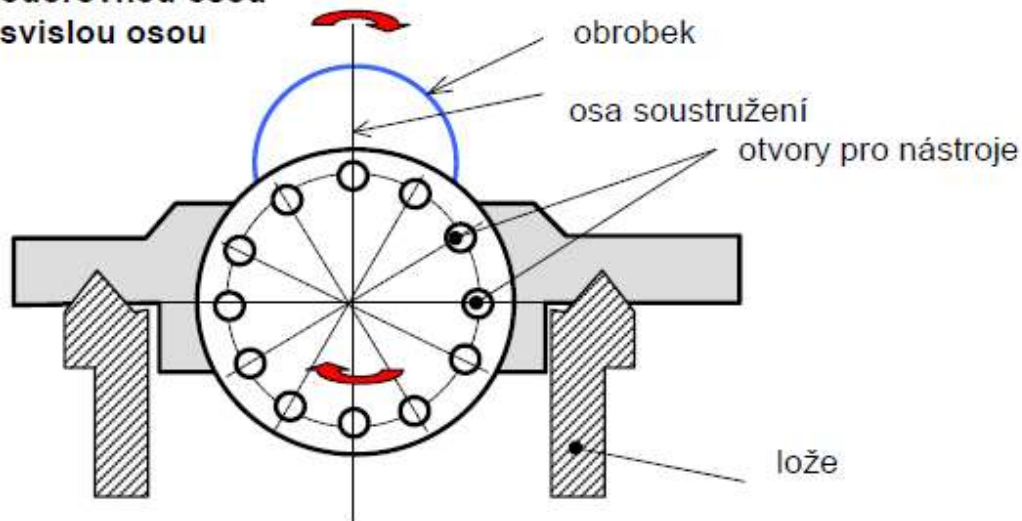
Jsou to:

- malé - do  $\varnothing$  25mm
- střední - do  $\varnothing$  63 mm
- velké - do  $\varnothing$  315 mm

Podle polohy osy rotace revolverové hlavy jsou:

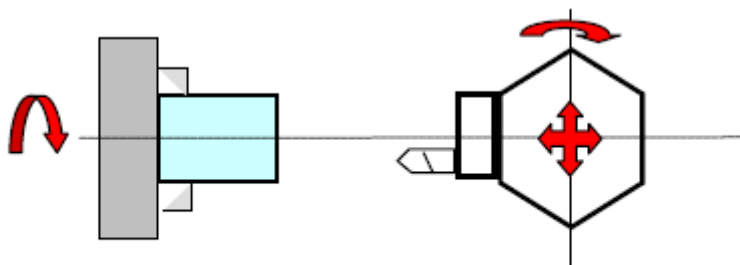
⇒ s vodorovnou osou

⇒ se svislou osou



Obr. Uspořádání revolverové hlavy s vodorovnou osou

Výhodou soustruhů s vodorovnou osou RH je velký počet nástrojových míst. Nevýhodou - jsou nevhodné pro obrábění součástí větších průměrů.



Obr. Uspořádání revolverové hlavy se svislou osou

Revolverové soustruhy se svislou osou rotace RH, bývá tato hlava nejčastěji šestiboká, tedy mohou použít 6 nástrojů. Jejich nevýhodou je malý počet nástrojů, malá tuhost RH a velké vyložení (délka) nástrojových držáků. Výhodou je možnost současného obrábění nástrojem v RH a nástrojem v nožové hlavě příčného suportu.

#### 4) Svislé (karuselové) soustruhy

Používají se pro soustružení rozměrných a těžkých součástí, které mají délku menší než průměr.

Velikost svislých soustruhů je charakterizována oběžným průměrem. Tyto průměry jsou od 800

mm do 20 000 mm. Do  $\varnothing$ ru 1200 mm jsou svislé soustruhy jedno stojanové, větší jsou dvou stojanové.

Obrobek je upnutý na lícni upínací desce se svislou osou otáčení.

Svislé soustruhy se vyrábí jako jedno stojanové (menší rozměry) a dvou stojanové. V případě dvou stojanového soustruhu jsou stojany spojeny v horní části tzv. trámecem a vytváří tak portál.

V případě jedno i dvou stojanových svislých soustruhů se po stojanech pohybuje příčník a na něm je

suport s nožovou hlavou (revolverovou, několika bokou).

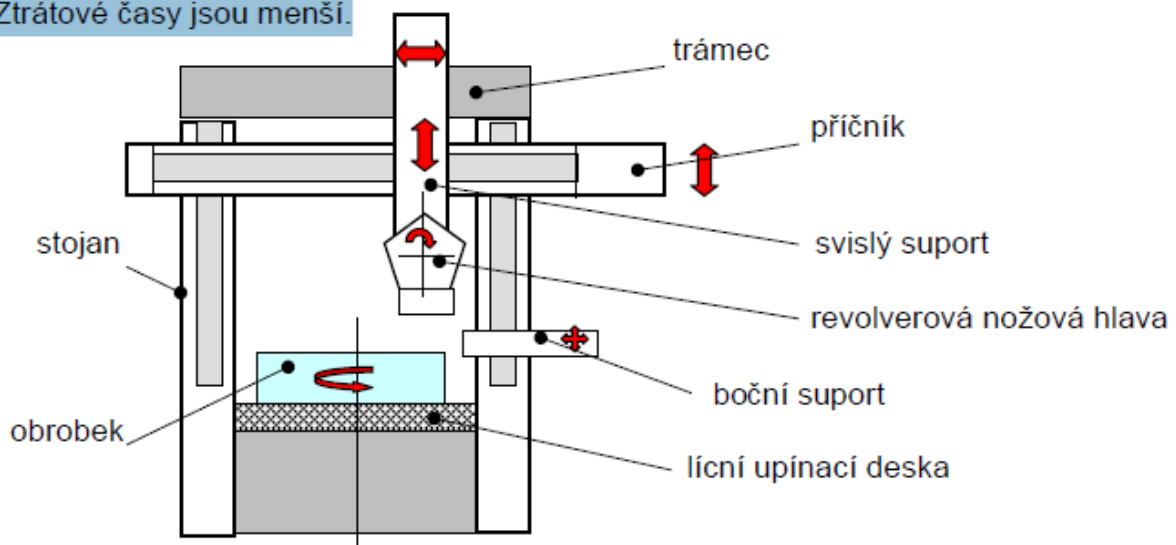
Další suporty (1 - 4) jsou na svislých stojanech.

Na svislých soustruzích lze obrábět až třemi nástroji současně, nástroji v bočních suportech a na příčníku.

Upínání a ustavování obrobku je méně namáhavé a pracné než na čelních soustruzích.

Ztrátové časy jsou menší.

Ztrátové časy jsou menší.



## 5) Poloautomatické soustruhy

jsou odvozeny od soustruhů hrotových, revolverových, čelních i svislých. Pracovní cyklus je automatický, pouze výměna obrobku se provádí ručně.

Dělí se na: - **hrotové**, **revolverové**

Z hlediska polohy vřeten na: **vodorovné**, **svislé**

z hlediska počtu vřeten : **jedno a vícevřetenové**

## 6) Automatické soustruhy

se uplatňují v sériové a hromadné výrobě. Pracují plně v automatickém cyklu, tj. včetně podávání a upínání polotovaru. Výchozím materiálem jsou zpravidla tyče. Automatizace vkládání

vyjímání polotovaru (přířezů, výkovků, odlitků aj.) se musí zajistit přídatným zařízením.

Podle počtu pracovních vřeten se dělí na: **jednovřetenové a několikavřetenové**.

Podle použitého systému automatizace se dělí na: **křivkové a bezkřivkové**.

**KŘIVKOVÉ** - veškeré činnosti (posuvy revolver.hlavy, dvou až tří příčných suportů, změna otáček,

podávání polotovaru) jsou řízeny pomocí vaček. Vačky jsou umístěny na jednom tzv. vačkovém

hřídeli. Změna sortimentu součástí je možná pouze při výměně vaček (drahé a časově náročné).

**BEZKŘIVKOVÉ** - veškeré činnosti jsou řízeny prostřednictvím narážek, umístěných na povrchu otáčejícího se bubnu.

### 7) NC a CNC soustruhy (číslicově řízené)

uplatňují se především v kusové, malosériové až středně sériové opakované výrobě.

Pracují v polo nebo automatickém cyklu a umožňují rychlý přechod na výrobu jiného typu obrobku

(výměnou programu a předem seřízenými nástroji). Nosným médiem řídicího programu může být

děrná páska, disketa nebo paměť řídicího systému, kde jsou zakódovány činnosti obráběcího

stroje.

Číslicově řízené soustruhy jsou odvozeny od hrotových, revolverových, svislých soustruhů konvenčních.

## PRÁCE NA SOUSTRUŽÍCH

### Upínání nožů a obrobků

Při soustružení vznikají velké řezné síly, proto upnutí nástroje i obrobku se musí věnovat náležitá pozornost. Nůž musí mít co nejmenší vyložení, musí dosedat celou základní plochou,

upíná se do nožové hlavy (otočná, až 4 nože). Některé jsou řešeny jako revolverové nožové hlavy.

Umožňují tak upnutí více nástrojů seřazených podle výrobního postupu. Produktivitu lze zvýšit

současným řezáním několika nástroji. Přitom se nástroje upínají do nožových držáků.

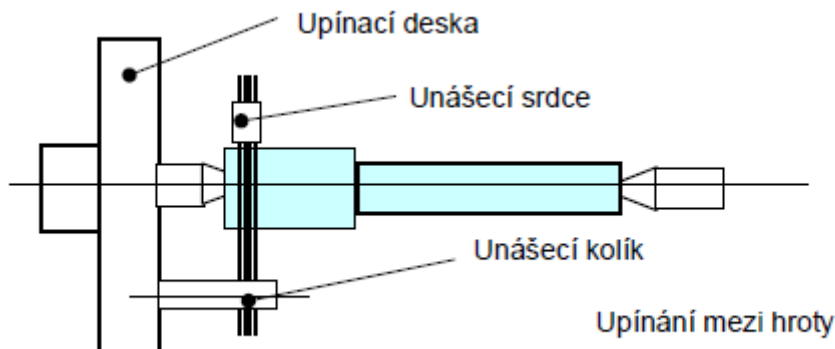
Upínání obrobků má zajistit spolehlivé přenášení kroutícího momentu z pracovního vřetene na

obrobek. Upnutí má být tuhé, jednoduché a rychlé. Způsob upnutí se řídí podle tvaru a tloušťky

obrobku, podle jeho velikosti, požadované přesnosti a druhu soustruhu.

**Mezi hroty** se upínají hřídele a součásti s poměrem  $L/D > 3$ . Požaduje se přesná souosost mezi

povrchem a osou otáčení. Před upnutím mezi hroty se obrobek zarovná na délku a do čel se navrtají středící důlky. Přídavný hrot v upínací desce je pevný, v koníku obvykle otočný (odpružený). Kroutící moment se přenáší unášecím srdcem.



Rychlejší výměnu obrobku umožňuje **kuželový unášec**.

Obrobky s přesným otvorem upínáme na **soustružnické trny**. Trn má mírně kuželovitý povrch

(1:2500), na který se nalisuje obrobek. Potom se trn upne mezi hroty. Pro díry s větší tolerancí a

tenkostěnné obrobky jsou vhodné **rozpínací trny**. Letmé upínání se uplatňuje pro odlitky, výkovky

a polotovary při obrábění povrchů.

Do univerzálního sklíčidla upínáme v kusové i malosériové výrobě dlouhé a krátké obrobky.

Nejpřesnější jsou **tříčelist'ová sklíčidla**.

Těžší a kratší obrobky a obrobky nepravidelného tvaru upínáme na lícni upínací desku, která má

4 samostatně stavitelné čelisti a drážky pro upnutí upínek. Někdy je vhodné použít upínací uhelníky.

Tyče menších i středních průměrů se upínají na revolverových soustružích a automatech do kleštin.

Dlouhé štíhlé hřídele podepíráme při soustružení zvláštními podpěrami - lunetami, které jsou připevněny k suportu nebo jsou pevně upnuty k loži.

### 1) Podélné a čelní soustružení vnějších a vnitřních rotačních ploch

Při podélném soustružení se nůž posouvá rovnoběžně s osou vřetena, obvykle od koníku ke vřeteníku. Obrábějí se tak vnější i vnitřní válcové plochy, jako např. čepy, hřídele, pouzdra apod.

Při čelním soustružení má nůž posuv kolmý na osu vřetene. Zhotovují se tak rovinné plochy, např.

zarovnání čela obrobku, osazení, zápichy, drážky apod.

Obrobky se obrábějí postupně: hrubování, na čisto, dokončovací operace.

Aby se dodržela sousost, soustruží se co nejvíce úseků při jednom ustavení. Strana hřídele,

kteřá se má soustružit první, se obvykle řeší podle zásady co nejméně ztenčit hřídel

### 2) Vrtání, vyvrtávání, vyhrubování, vystružování, zahlubování osovými nástroji.

Na soustruhu lze vrtat díry do plného materiálu nebo díry rozšiřovat (vyvrtávat, vyhrubovat, vysoustružit aj.). Aby byla zajištěna sousost ploch, obrábějí se díry po soustružení ostatních ploch

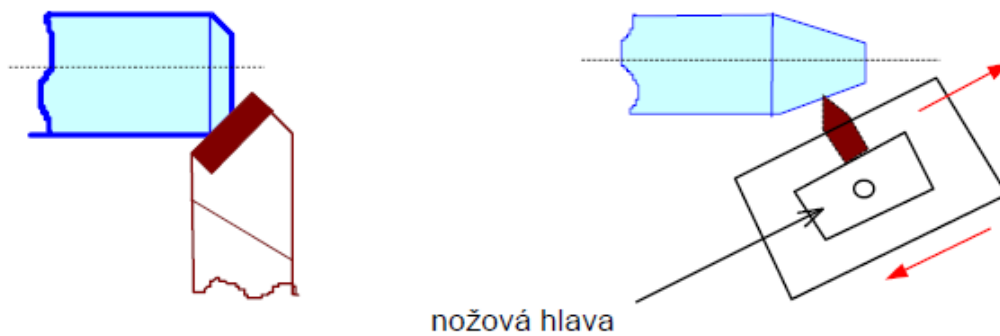
obrobku. Před vrtáním se musí čelní plocha obrobku zarovnat a navrtat středící důlky pro ustředění

vrtáku.

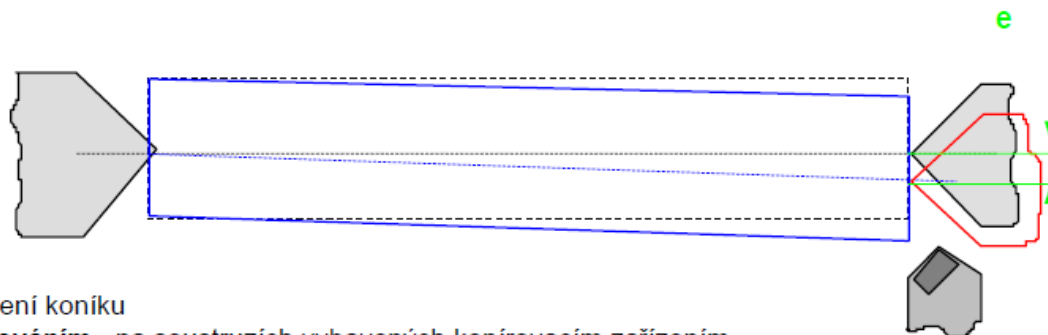
Díry se vyvrtávají vnitřními soustružnickými noži. Pro vystružování se používají pevné nebo stavitelné výstružníky.

### 3) Soustružení kuželů

◇ *krátkých, strmých* ◇ *kratší, strmé* (natočením nožových saní )



◇ dlouhé, mírné kužele - provádí se vyosením koníku



e - vyosení koníku

◇ kopírováním - na soustruzích vybavených kopírovacím zařízením

◇ na CNC soustruzích - souvislým pohybem v ose **X** a **Z** lineární interpolací funkcí **G01**

## 5) Řezání závitů

- vnějších i vnitřních - závitovým soustružnickým nožem - jednoduchým nebo hřebenovým
- závitovou čelistí (očkem) - závity vnější
- závitníkem - závity vnitřní
- závitořeznými hlavami - vnější závity

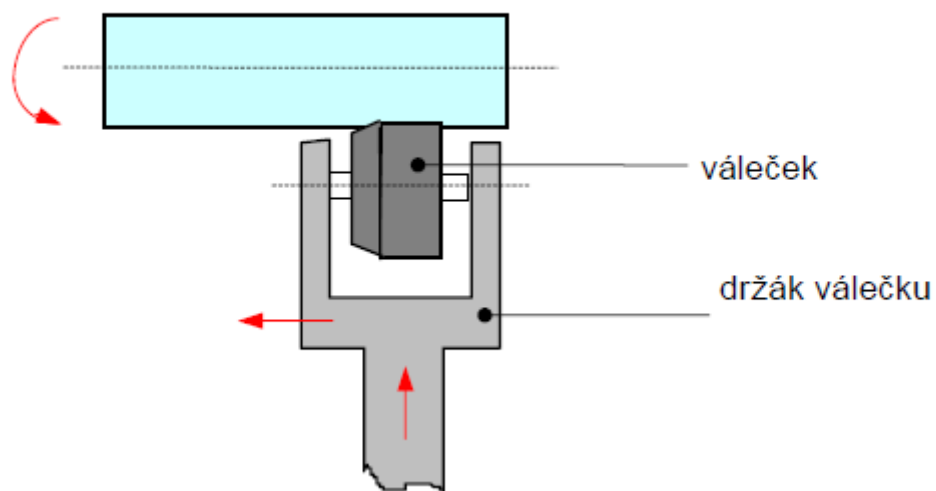
## 6) Soustružení tvarových ploch

- ⇒ tvarovými soustružnickými noži
- ⇒ pomocí různých přípravků
- ⇒ kopírováním
- ⇒ na CNC soustruzích programem kombinací lineární a kruhové interpolace

## 7) Podsoustružování

vzniká Archimédova spirála na hřbetě obráběných nástrojů (př. hřbetní plocha tvarové frézy, hřbetní plocha tvarového kotoučového nože).

## Válečkování, vroubkování



Důsledkem válečkování je zlepšení kvality povrchu, zpevnění povrchové vrstvy materiálu a zvýšení odolnosti proti korozi  
Vroubkování je obdobou válečkování, pouze přitlačný váleček má na povrchu vroubky