

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

9. Soustružení

Soustružení patří mezi třískové obrábění rotačních ploch, kdy obrábíme:

- + Válcové plochy vnější i vnitřní.
- + Kuželové plochy vnější i vnitřní.
- + Tvarové a kulové plochy.
- + Vnější i vnitřní závity.
- + Navrtáváme, vrtáme, vyvrtáváme či vystružujeme díry.

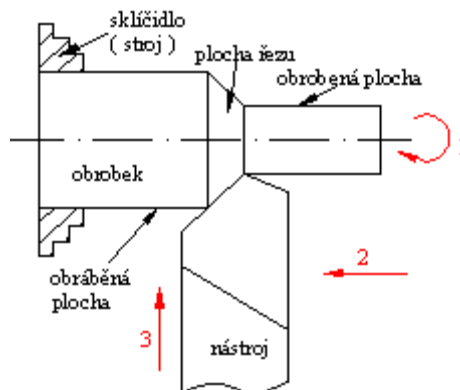
Mimo to můžeme na soustruhu konat zvláštní operace jako válečkování, vroubkování, okružní frézování závitů aj.

Princip soustružení:

Hlavní řezný pohyb je otáčivý v ose **Z** vřetene a koná ho obrobek. Vedlejší pohyb koná nástroj, zpravidla soustružnický nůž. Při pohybu ve směru osy obrobku jde o podélný posuv a stopa nože na obrobku je šroubovice. Při pohybu kolmém na osu obrobku jde o příčný posuv, stopa nože na čele obrobku se nazývá Archimédova spirála. Nůž může konat též oba pohyby současně, např. při obrábění kulové plochy, kopírovacím soustružením apod.

Obr. č. 60: Pracovní pohyby při soustružení:

- 1...hlavní řezný pohyb - rotační
- 2...vedlejší řezný pohyb - posuv
- 3...vedlejší řezný pohyb - přířsuv



Soustruhy:

Podle použití a konstrukčního řešení můžeme rozdělit soustruhy na:

- + Univerzální hrotový - pro obrábění běžných součástí jako hřídele, čepy aj.
- + Čelní - pro obrábění součástí, kde průměr je mnohem větší než jejich délka, např. příruby.
- + Svislé (karusely) - pro obrábění těžkých předmětů velkých průměrů (až 18 metrů).
- + Revolverové soustruhy - pro sériovou výrobu součástí obráběných více nástroji.
- + Soustružnické automaty - veškeré úkony jsou automatizované.
- + Speciální jednoúčelové soustruhy - např. pro výrobu zalomených hřídelů.
- + NC a CNC soustruhy.

Univerzální hrotový soustruh:

Nejširší použití má soustruh hrotový. Obrobek je upnut ve sklíčidle, mezi hroty, na upínací desce apod. Delší obrobky podpírá otočný hrot upnutý v pinole koníku. Má velký rozsah otáček a posuvů. Podle velikosti oběžného průměru D_0 nad ložem je dělíme na soustruhy:

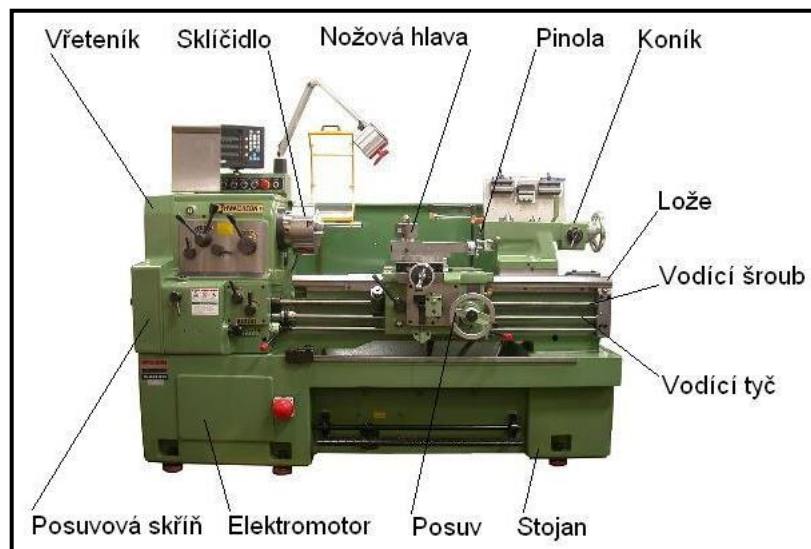
- + Malé..... D_0 do 250 mm
- + Střední D_0 od 600 do 900 mm
- + Velké..... D_0 nad 1000 mm

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Základní části hrotového soustruhu:

- ✚ Rám stroje - zachycuje řezné a upínací síly.
- ✚ Lože - vyztužený nosník na dvou stojanech.
- ✚ Vřeteník - hlavní částí je duté vřeteno s univerzálním sklíčidlem.
- ✚ Koník - litinový stojan, ve kterém je pinola pro upnutí hrotu a nástrojů pomocí kuželové objímky.
- ✚ Podélný a příčný posuv (suport) - s nožovou hlavou.
- ✚ Vodící šroub - umožňuje řezání závitů.
- ✚ Vodící tyč.
- ✚ Posuvová skříň a převodovky s elektromotorem.

Obr. č. 61: Hrotový soustruh



Čelní soustruh:

Čelní soustruh se používá při obrábění velkých přírubových součástí. Obrobek se upíná na lícní desku. Lože a suport soustruhu tvoří samostatnou jednotku. Nevýhodou je obtížné vyrovnávání součástí při obrábění.

Revolverový soustruh:

Charakteristikou je revolverová hlava pro upnutí většího počtu nástrojů (6 až 16), která se uplatní u součástí, kde výrobní postup umožňuje provést více pracovních úkonů na jedno upnutí. Mohou mít revolverovou hlavu svislou nebo vodorovnou.

Svislý soustruh:

Svislý soustruh – karusel - je vhodný pro těžké a velké obrobky, kde průměr je větší než výška obrobku. Jejich velikost je charakterizována největším oběžným průměrem, který je od 800 do 20 000 mm. Suport stroje je umístěn na stojanu, pro větší průměry bývají stojany dva. Konstrukce umožňuje obrábět několika nástroji najednou.

Speciální soustruhy:

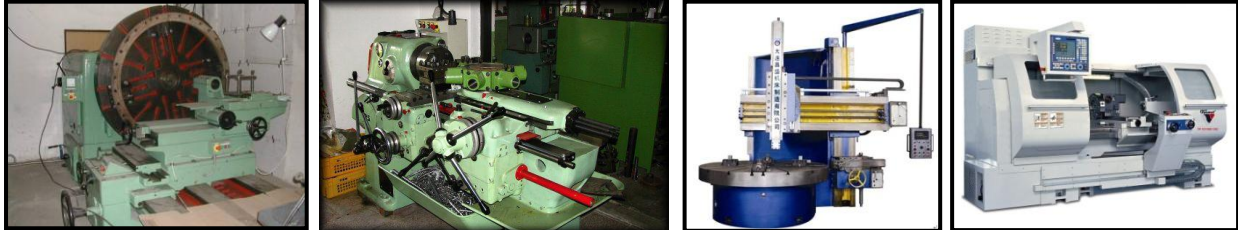
Jsou to soustruhy, na kterých se provádí jen určité operace. Patří sem mimo jiné soustruhy kopírovací, poloautomaty a automaty, na klikové hřídele, podtáčecí, závitorezy aj.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Číslicově řízené soustruhy:

NC a CNC stroje jsou dnes nejpoužívanějšími soustruhy pro sériovou i hromadnou výrobu. Mají obvyklou konstrukci předešlých soustruhů, jsou ale navíc vybaveny řídicí jednotkou, která ovládá jak pohyby nástroje, tak i výměnu nástrojů, rychloposuvy, chlazení a jiné operace.

Obr. č. 62: Soustruhy: čelní, revolverový, karusel, CNC soustruh



Nástroje používané na soustruzích:

Nejvíce operací na soustruhu se provádí soustružnickými noži. Dále se používají vrtáky, výhrubníky, výstružníky, závitníky apod.

Rozdělení soustružnických nožů:

- 1. Podle materiálu břitu**
 - ✚ rychlořezná ocel
 - ✚ břitové destičky ze slinutých karbidů
 - ✚ břitové destičky ze slinutých korundů
 - ✚ keramické břitové destičky
 - ✚ CBN diamantové nože
- 2. Podle druhu obráběcího stroje**
 - ✚ soustružnické
 - ✚ revolverové
 - ✚ automatové aj.
- 3. Podle charakteru obrábění**
 - ✚ hrubovací
 - ✚ hladící
- 4. Podle způsobu obrábění**
 - ✚ ubírací
 - ✚ zapichovací
 - ✚ upichovací
 - ✚ vyvrtávací
 - ✚ tvarové radiální a tangenciální
- 5. Podle polohy ostří**
 - ✚ pravé
 - ✚ levé
 - ✚ souměrné
- 6. Podle obráběné plochy**
 - ✚ vnější
 - ✚ vnitřní

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

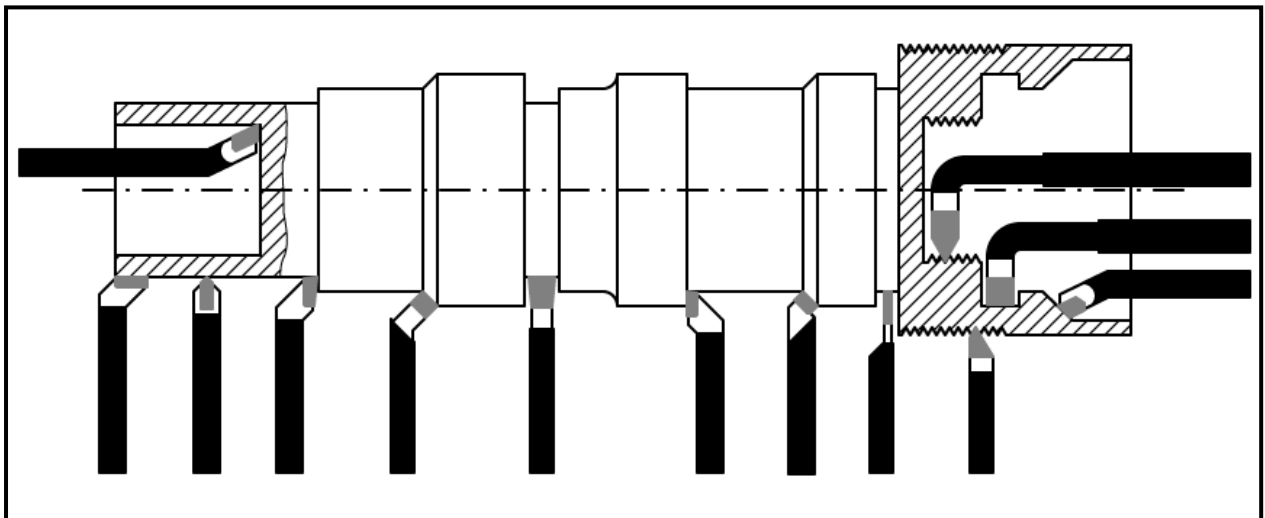
7. Podle tvaru těla

- ✚ přímé
- ✚ ohnuté
- ✚ osazené
- ✚ prohnuté

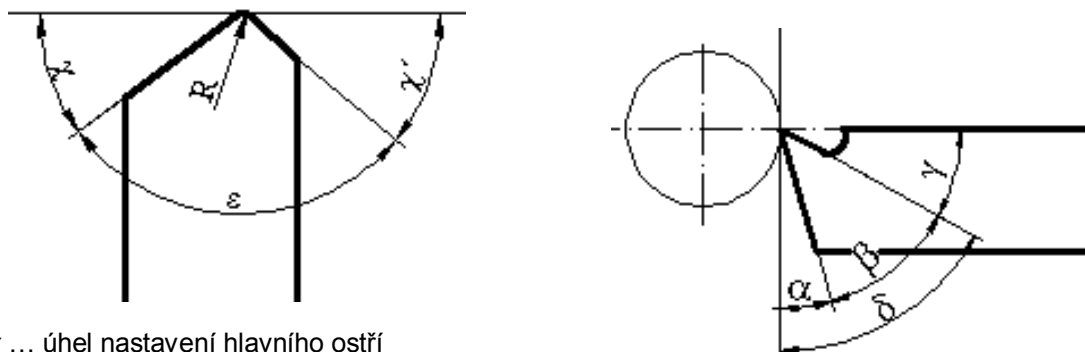
8. Podle konstrukce nože

- ✚ celistvé
- ✚ s připájenou destičkou ze SK
- ✚ s mechanicky upnutou destičkou (upínkou nebo za otvor)
- ✚ s přilepenou destičkou (keramika nebo KNB)
- ✚ kotoučové
- ✚ prizmatické

Obr. č. 63: Použití soustružnických nožů podle operací



Obr. č. 64: Základní úhly soustružnického nože



- χ ... úhel nastavení hlavního ostří
- χ' ... úhel nastavení vedlejšího ostří
- ϵ ... úhel špičky
- α ... úhel hřbetu
- β ... úhel břitu
- γ ... úhel čela
- δ ... úhel řezu

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Řezné podmínky při soustružení:

Řezná rychlost v – je obvodová rychlost obrobku v místě řezu a platí pro ni vztah:

$$v = \pi \cdot D \cdot n \quad [\text{m} \cdot \text{min}^{-1}]$$

kde:

D je průměr obrobku v metrech
 n jsou otáčky obrobku za minutu

Velikost řezné rychlosti závisí na:

- ✚ Obrobitelnosti materiálu obrobku
- ✚ Řezivosti nástroje
- ✚ Velikosti průřezu třísky, tj. na posuvu a hloubce řezu
- ✚ Trvanlivosti nástroje
- ✚ Geometrii břítu
- ✚ Způsobu obrábění (hrubování, jemné soustružení, řezání závitů aj.)
- ✚ Tuhosti soustavy stroj-nástroj-obrobek
- ✚ Použitím chlazení

Posuv f - je dráha nože v mm za 1 otáčku obrobku.

V závislosti na požadované jakosti obrobené plochy (R_a), produktivitě práce, tuhosti a velikosti obrobku volíme posuv co možná největší.

Pro hrubování0,4 až 5 mm za ot.

Na čisto0,06 až 0,3 mm za ot.

Jemné soustružení0,005 až 0,05 mm za ot.

Přisuv a – je pohyb nástroje, kterým nastavujeme hloubku řezu v mm.

S ohledem na hospodárny úběr volíme maximální přípustnou hloubku řezu.

Pro hrubování3 až 30 mm

Na čisto0,5 až 2 mm

Jemné soustružení0,03 až 0,3 mm

Pro poměr mezi velikostí posuvu a hloubky řezu platí:

$$\frac{f}{a} = \frac{1}{3} \text{ až } \frac{1}{10}$$

Otáčky n - určíme ze vztahu pro řeznou rychlost:

$$n = \frac{v}{\pi \cdot D} \quad [\text{ot} \cdot \text{min}^{-1}]$$

Řezná síla F_z - je funkcí průřezu třísky a řezného odporu. Určíme jí ze vztahu:

$$F_z = S \cdot p \quad [\text{N}]$$

Plocha třísky S – je dána velikostí posuvu a hloubky řezu. Určíme jí ze vztahu:

$$S = a \cdot f \quad [\text{mm}^2]$$

kde:

a je hloubka řezu v mm

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Řezný odpor p

$$p \cong (4 \div 6) \cdot R_m \quad [\text{MPa}]$$

Výkon elektromotoru P určíme z maximální řezné síly F_z :

$$P = F_z \cdot v \quad [\text{W}]$$

kde:

v je řezná rychlost udávaná v základní jednotce (m za sekundu!)

Příkon elektromotoru P_e pak závisí na účinnosti stroje:

$$P_e = \frac{P}{\eta} \quad [\text{W}]$$

Účinnost η bývá udávána v rozsahu 70 až 80%.

Strojní čas t_{As} – je čas obrábění součásti strojním posuvem a vypočítá se ze vztahu:

$$t_{As} = \frac{L \cdot i}{n \cdot f} \quad [\text{m} \cdot \text{min}^{-1}]$$

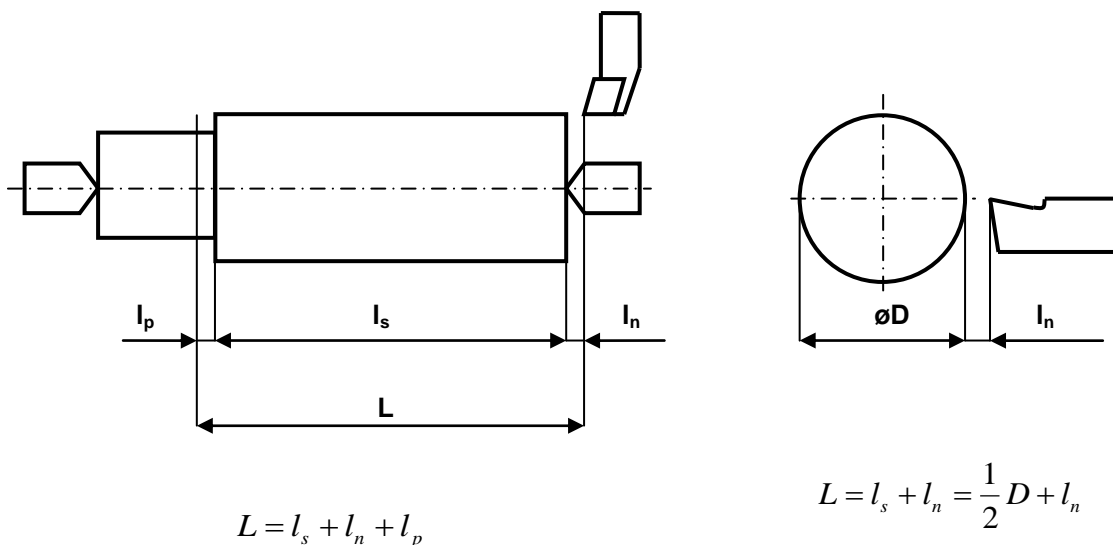
kde:

i je počet třísek na operaci

L je dráha nože při dané operaci

Při určení dráhy nože je nutné počítat s náběhem l_n a přeběhem l_p nože. Náběh a přeběh určujeme empiricky, nejčastěji 1 až 5 mm.

Obr. č. 65: Určení délky soustružení L



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Otázky a úkoly k procvičení tématu:

1. Jaké plochy obrábíme soustružením?
2. Popiš řezné pohyby při soustružení.
3. Jakou stopu zanechává na obrobku soustružnický nůž?
4. Jak rozdělujeme soustruhu?
5. Nakresli schematicky univerzální hrotový soustruh a popiš jeho hlavní části.
6. K čemu slouží vodící tyč a vodící šroub na univerzálním hrotovém soustruhu?
7. Vyjmenuj a popiš nástroje používané na soustruhu, jak je můžeme rozdělit?
8. Urči řezné podmínky pro soustružení součásti dle obrázku. Jsou zadány tyto hodnoty:
Mat. polotovaru 11600, $R_a 3.2$, $l_n=l_p=2\text{mm}$,

