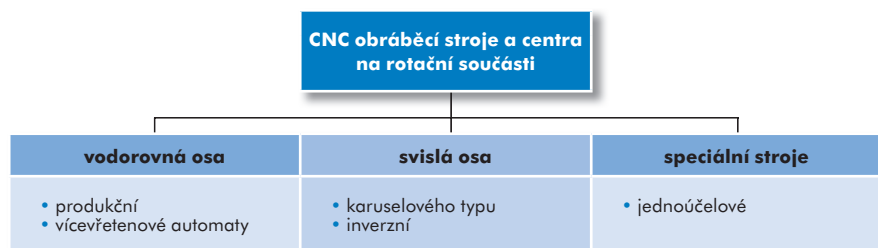


# 4.1 CNC SOUSTRUŽNICKÉ STROJE A OBRÁBECÍ CENTRA NA ROTAČNÍ SOUČÁSTI

Tyto stroje souhrnně nazýváme soustružnické stroje. Jsou nejrozsáhlejší skupinou obráběcích strojů s geometricky definovaným břitem a představují rovněž nejrozšířenější typ obráběcích strojů určených k obrábění součástí rotačního tvaru. Lze na nich obrábět vnější i vnitřní rotační plochy válcové, kuželové i obecné, čelní rovinné plochy, řezat závity, vrtat, vyvrtávat, vystružovat, dále kopírovat podélně i příčně, frézovat plochy a drážky, brousit vnější a vnitřní válcové plochy atd.



Obr. 4.1.1: Rozdělení soustružnických strojů a obráběcích center

## Charakter a rozdělení CNC obráběcích strojů na rotační součásti

Pro soustružnické stroje je charakteristický hlavní řezný pohyb dosahovaný otáčením obrobku. Na přesnosti uložení rotující části (vřetenca, upínací desky) soustružnického stroje, její statické tuhosti, tvarové přesnosti a statické tuhosti jejího uložení podstatně závisí přesnost práce.

Proto je kladen takový důraz na konstrukci a výpočet vřeten a upínacích desek. Nástroj (nejčastěji soustružnický nůž) musí být upevněn k jiné pohyblivé části stroje, vyměňován a nastavován a pohyblivou částí veden rovnoběžně, kolmo nebo různoběžně vzhledem k ose rotace obrobku. Proto se vyvinuly suporty, saně, smýkadla a proto je taková pozornost věnována konstrukci a propočtům jejich těles a vedení [Borský 1992a].

Číslicové řízení přineslo do soustruhů nové možnosti práce, na jedné straně zjednodušení konstrukce, na druhé straně jiná, nová, nutná konstrukční opatření. Zjednodušilo a umožnilo výrobu tvarových (obecných) rotačních ploch, zjednodušilo řezání závitů a nahradilo kopírovací zařízení; kinematickou vazbu nahradilo vazbou v řídicím počítači. Konstrukce CNC strojů však vyžaduje vymezení vůlí v posuvových hnacích soustavách, jejich vysokou tuhost, snížení pasivních odporů v převodech i ve vedeních a vhodná čidla pro odměřování (polohy, dráhy, rychlosti, točivého momentu, proudu) a pro uzavírání zpětnovazebních smyček. Používají se regu-

lační hnací motory a snižuje se počet mechanických převodových cest [Borský 1992a]. Rozdělení soustružnických strojů a soustružnických obráběcích center ukazuje obr. 4.1.1.

## Pojem obráběcí centrum na rotační součásti

Jednoprofesionální CNC soustružnický stroj umožňuje provádět pouze soustružnické operace (obr. 4.1.2). Pokud chceme hovořit o soustružnickém obráběcím centru (prozatím lhotejno, jakého typu), musí tento stroj:

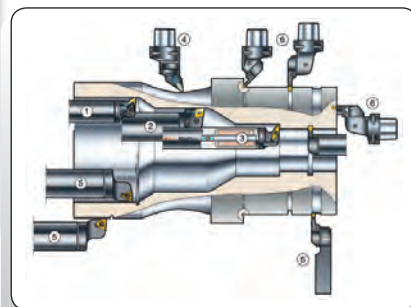
- umožňovat různé technologické operace (vrtání, frézování, soustružení) – obr. 4.1.2, obr. 4.1.3;
- umožňovat automatickou výměnu nástrojů (většinou revolverový nosný zásobník) – obr. 4.1.4;
- umožňovat automatickou výměnu obrobků – obr. 4.1.5;
- umožňovat práce v automatickém cyklu, případně bezobslužném provozu;
- mít prvky diagnostiky a měření;
- mít vybavení prvky inteligence.

Soustružnická obráběcí centra jsou konstrukčně odvozena z jednoprofesionálních CNC soustružnických strojů.

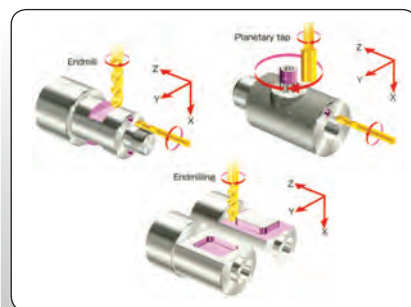
## Produkční soustruhy a obráběcí centra

### Charakteristika a konstrukce hlavních uzlů

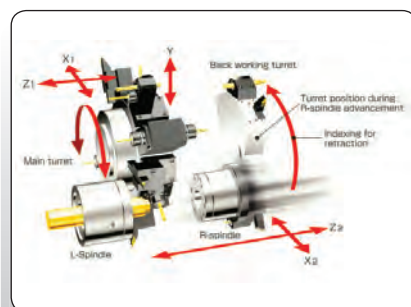
Lože je základní nosnou částí stroje, která musí zajišťovat vysokou tuhost zejména v ohybu a kroucení. Speciálním požadav-



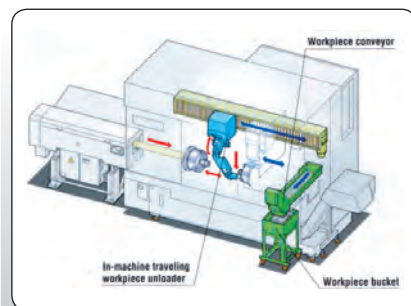
Obr. 4.1.2: Příklad soustružnických operací na CNC soustruhu [Sandvik Coromant]



Obr. 4.1.3: Technologické operace na CNC soustružnickém obráběcím centru [Miyano]



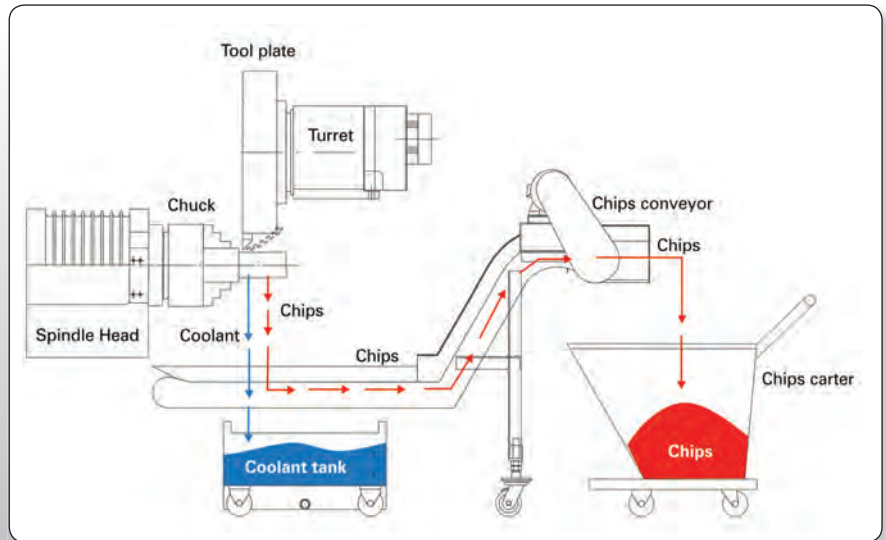
Obr. 4.1.4: Automatická výměna nástrojů na CNC soustružnickém obráběcím centru [Miyano]



Obr. 4.1.5: Automatická výměna obrobků na CNC soustružnickém obráběcím centru [Mori Seiki]

kem je tuhost tvaru. Dobrá tuhost v ohybu a kroucení se docílí vhodným profilem lože, pokud možno uzavřeným a vyztuženým žebry. Lože musí umožňovat dobrý odpad třísek, neboť hromadění horkých třísek způsobuje teplotní dilatace a tím ovlivňuje přesnost (obr. 4.1.6). Vodicí plochy, pohonné mechanismy (hřebeny, vodicí šroub aj.) musí být chráněny vhodným krytováním, aby padající třísky nemohly způsobit poruchy, poškození nebo brzké opotřebení. Konstrukční řešení musí dále umožňovat jednoduchou a levnou výrobu. Lože je většinou vyráběno ze šedé litiny nebo jiných materiálů (obr. 4.1.7). Dalším požadavkem je nízká hmotnost, neboť lože je nejrozměrnější částí stroje, a má tedy značný význam pro hospodárné využití materiálu na jeho výrobu. Snahy o snižování hmotnosti nesmí nepříznivě ovlivnit dobrou statickou a dynamickou tuhost [Borský 1992a].

Support soustruhu je spojovacím článkem mezi nástrojem a ložem. Zachycuje a přenáší síly vznikající při obrábění. Je tvořen skladbou z několika vzájem-

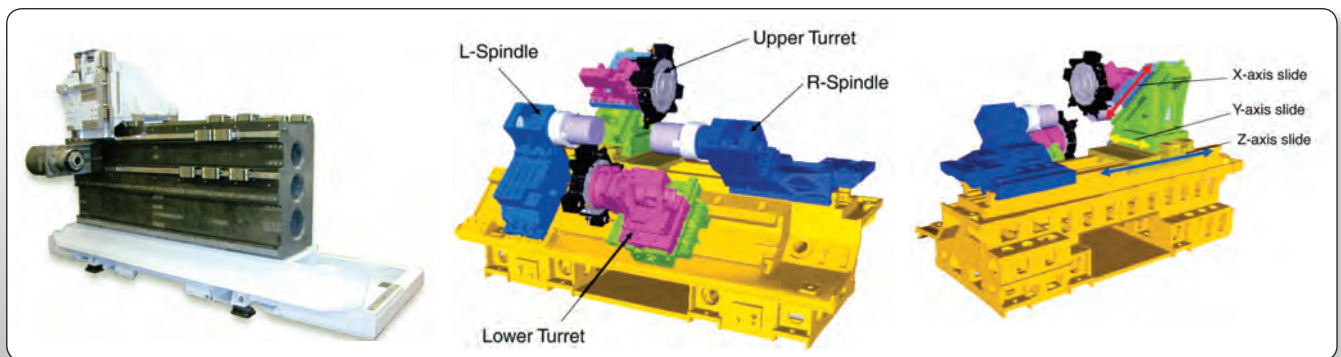


Obr. 4.1.6: Odvod třísek z pracovního prostoru CNC soustruhu [Litz]

ké které vede k příznivějšímu výslednému namáhání vozíků profilového valivého vedení od řezných sil.

Vřeteník představuje základní uzel skladby, který výrazně ovlivňuje kvalitu ce-

a upevněna upínací deska. Úkolem vřetena je dát obrobku přesný otáčivý pohyb. Vřeteno je uloženo v předním a zadním ložisku tak, aby přenášelo radiální a axiální síly. Uložení vřetena v předním ložisku má



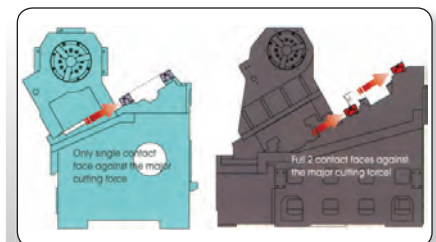
Obr. 4.1.7: Profily soustružnických loží a příklad vedení pohybových skupin [MAG], [Nakamura]

ně po sobě pohyblivých částí. Při jejich konstrukci je nutno uvažovat nejen o jejich parametrech tuhosti v ohybu, kroucení a tlaku, ale především o stykové tuhosti spojení jednotlivých částí, která jsou převážně surná (obr. 4.1.7). Je nutno počítat s vlivy vůlí v jednotlivých vedeních, které budou ovlivňovat celkovou deformaci supportu měřenou na nástroji a tím i přesnost [Borský 1992a].

Neméně podstatnou roli hraje také uspořádání vodicích ploch jednotlivých posuvových os. Na obr. 4.1.8 je znázorněno možné uspořádání vodicích ploch,

lého stroje. Musí být dostatečně tuhý, musí bezpečně zachycovat radiální a axiální zatížení od řezného procesu a hmotnosti obrobků. U moderních koncepcí soustruhů tvoří vřeteník samostatný uzel, určený jen pro optimální uložení pracovního vřetena. Pohonový servomotor a převodovka jsou umístěny odděleně (obr. 4.1.9), pokud se nejedná o náhon torzním motorem. Vřetena malých a částečně i středních soustruhů mají pro upínání obrobku snímatelné univerzální sklíčidlo a upínací desku. Na vřetena velkých a částečně i středních soustruhů je pevně nasazena

rozhodující vliv na přesnost jeho otáčivého pohybu. Přední konec vřetena je vhodně upraven (normalizován) pro nasazení



Obr. 4.1.8: Možné uspořádání vodicích ploch [Akira Seiki]

# 4.1 CNC SOUSTRUŽNICKÉ STROJE A OBRÁBECÍ CENTRA NA ROTAČNÍ SOUČÁSTI

sklídla, upínací desky, hrotu ke středění obrobku nebo upínací kleštiny [Borský 1992a].

Z požadavků kladených na vřetena obráběcích strojů lze připomenout [Borský 1992a]:

- přesnost chodu, je určena velikostí radiálního a axiálního házení;
- nutnost dokonalého vedení (uložení), tj. vřeteno nesmí měnit polohu v prostoru, mění-li jeho zatížení směr a smysl;
- ztráty v uložení vřetena musí být co nejmenší (pasivní odpory, změna polohy a vůlí oteplováním, zhoršení funkce);
- vřeteno musí být co nejtuzší, jeho deformace spolu s nepřesností chodu mají rozhodující vliv na přesnost práce (obrobku) jak v radiálním, tak i axiálním směru.

Tuhost vřetena má značný vliv na přesnost práce a dynamickou stabilitu stroje. Tuhost vřetena se obvykle udává na jeho předním konci, na němž je upevněno upínací zařízení s obrobkem, neboť deformace v tomto místě má přímý vliv na jakost a přesnost práce.

Koník slouží především k upínání obrobku mezi hroty. Jeho provedení má podobný vliv na tuhost stroje jako tuhost vřetena. Z důvodu stejně přesné práce po celé délce obráběného kusu je nutné provést radiální tuhost koníku pokud možno stejnou jako u vřetena, respektive jako u celého vřeteníku. Pokud jde o tuhost axiální (ve směru podélné osy stroje), je požadavek opačný než u vřetena. Axiální tuhost vřetena má vliv na geometrickou přesnost obrobku při čelním soustružení, axiální tuhost koníku tu vliv nemá, naopak se požaduje určitá poddajnost. Jelikož obrobek upnutý mezi hroty se při obrábění ohřevem roztahuje a při velkých délkách může roztážením nabýt značných rozměrů (řádově celých milimetrů), při axiálně tuhém hrotu s pinolou by koníku toto roztážení způsobilo zvýšení axiální síly na hrot a vedlo by též k určité deformaci obrobku a tím i ke geometrické nepřesnosti. Proto se u velkých soustruhů provádí odpružení pinoly koníku mechanicky pružinami nebo hydraulicky [Borský 1992a].



Obr. 4.1.9: Příklad provedení náhonů a uložení vřetena [Viper]