

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

SOUSTRUŽNICKÉ NÁSTROJE
PRO CNC OBRÁBĚCÍ STROJE
TURNING TOOLS FOR CNC MACHINE TOOLS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Libor MARTÉNEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. Anton HUMÁR, CSc.

BRNO 2008

Vložit zadání v elektronické formě 1 strana (scan)

Vložit zadání v elektronické formě 2 strana (scan)

Vložit Licenční smlouvu v elektronické formě 1 strana (scan)

Vložit Licenční smlouvu v elektronické formě 2 strana (scan)

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na soustružnické nástroje pro CNC soustruhy a soustružnická obráběcí centra z hlediska jejich rozdělení, označování, materiálu, užití a současných trendů vývoje a výroby u renomovaných špičkových producentů nástrojů, v konstrukční i materiálové oblasti.

Klíčová slova

Soustruh, CNC, břitová destička, držák, modulární nástrojový systém

ABSTRACT

The bachelor's thesis is focused on turning tools for CNC machine tools and CNC lathe centers in term of classification, marking, materials, usage, modern trends of development and production from prestigious producers of turning tools in materials and constructional area.

Key words

Turning lathe, CNC, insert, toolholder, modular tooling system

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MARTÉNEK, Libor. *Název: Soustružnické nástroje pro CNC obráběcí stroje.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 29 s., 1 příloha. Doc. Ing. Anton HUMÁR, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Soustružnické nástroje pro CNC obráběcí stroje vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum 21. května 2008

.....
Libor Martének

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat doc. Ing. Antonu Humárovi, CSc. za cenné rady a věcné připomínky při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

Abstrakt	3
Prohlášení.....	4
Poděkování.....	5
Obsah	6
Úvod	7
1 Technologie soustružení	8
1.1 Podstata soustružení.....	8
1.2 Základní výpočtové vztahy	9
2 Základní charakteristiky CNC obráběcích strojů	10
2.1 CNC obráběcí centra.....	10
2.2 Soustružnická obráběcí centra	10
2.3 CNC soustruhy	11
3 Nástroje pro soustružení	12
3.1 Základní rozdělení soustružnických nožů	12
3.1.1 Geometrie nástroje.....	13
4 Soustružnické nástroje PRO CNC obráběcí stroje	15
4.1 Upínání nástrojů	15
4.2 Konstrukce nástroje	16
4.2.1 Základní držáky	17
4.2.2 Redukční a prodlužovací členy	17
4.2.3 Soustružnické hlavy – upínací člen	18
4.3 Nožové držáky	18
4.3.1 Označování nožových držáků	19
5 Soustružnické nástroje vybraných výrobců	21
5.1 Sandvik Coromant	21
5.2 Pramet tools.....	23
5.2.1 Soustružnické nože.....	23
5.2.2 Soustružnické hlavice	23
5.2.3 Soustružnické kazety.....	24
5.2.4 Stavitelné hlavice	24
Závěr	25
6 Seznam použitých zdrojů	26
7 Seznam použitých zkratk a symbolů	27
8 Seznam obrázků	28
9 Seznam příloh	29

ÚVOD

Obrábění kovů je technologický proces obrábění, kterým se vytváří požadovaný tvar obráběného předmětu v daných rozměrech a v daném stupni přesnosti. U soustružení dochází k odběru materiálu z rotujícího obrobku soustružnickým nožem. Soustružení se provádí na soustruzích.

V současné době, kdy ve všech průmyslových odvětvích dochází k významnému posunu v oblasti automatizace a manipulace se k třískovému obrábění kovů využívají CNC stroje. Pro soustružení se používají CNC soustruhy a soustružnická obráběcí centra.

Cílem této práce je seznámit čtenáře se základním rozdělením CNC strojů a charakteristikou jednotlivých typů.

Dále je pak zaměřena na soustružnické nástroje pro CNC soustruhy a soustružnická obráběcí centra. Jejich základní rozdělení, konstrukci a používané materiály a na popis nástrojů užívaných v současnosti.

Cílem je také seznámit s produkty nejvýznamnějších výrobců těchto nástrojů na našem trhu.

1 TECHNOLOGIE SOUSTRUŽENÍ

Soustružení je technologický proces obrábění rotačních ploch, při kterém dochází k odebrání částic materiálu obrobku zpravidla jednobřítým nástrojem, který nazýváme obecně soustružnický nůž. Oddělený materiál nazýváme třískami.

Většina strojních součástí je tvořena rotačními nebo rovinnými plochami, proto se v současné době více než třetina obráběcích operací provádí na soustruzích.

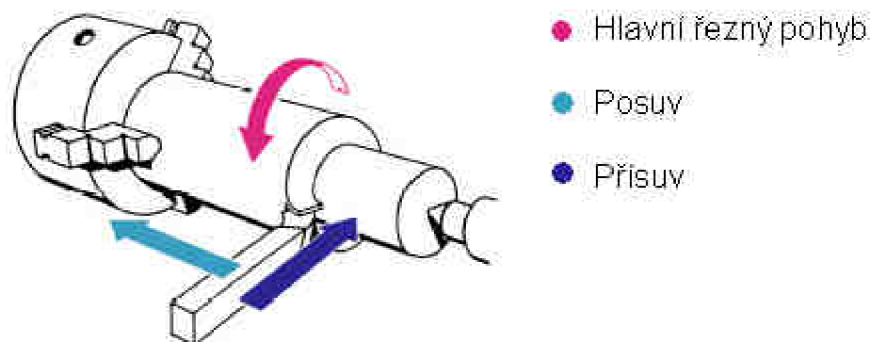
1.1 PODSTATA SOUSTRUŽENÍ

Hlavním pohybem při soustružení je otáčivý pohyb obrobku. Nástroj koná vedlejší pohyby³:

- Podélný posuv rovnoběžný s osou otáčení obrobku,
- Příčný posuv kolmý k ose obrobku.

Kombinací těchto posuvů jsme na soustruhu schopni obrábět:

- Válcovou plochu vnější i vnitřní,
- Kuželovou plochu vnější i vnitřní,
- Kulovou plochu vnější i vnitřní,
- Ostatní rotační plochy vnější i vnitřní,
- Rovinné plochy.



Obr. 1.1 Hlavní pohyby při soustružení²

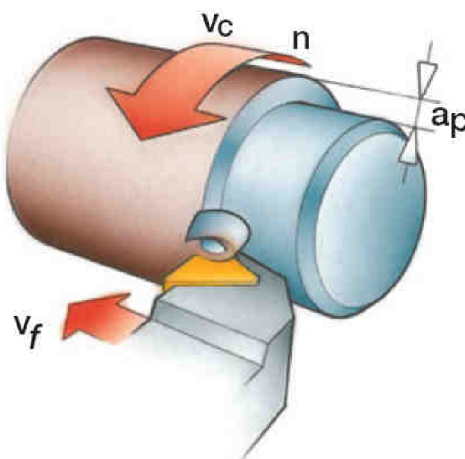
Kromě těchto operací můžeme na soustruhu provádět i další osové operace jako jsou například:

- Soustružení závitů,
- Vrtání, vyvrtávání
- Vyhrubování,
- Vystružování,
- Vroubkování,
- Válečkování, hlazení, leštění,
- Řezání závitů závitníky nebo závitovými čelistmi.

1.2 ZÁKLADNÍ VÝPOČTOVÉ VZTAHY

Mezi základní kinematické veličiny při soustružení můžeme zařadit:

- Řeznou rychlost v_c
- Otáčky obrobku n
- Šířku záběru ostří a_p
- Posuvová rychlost v_f



Obr. 1.2 Označování hlavních pohybů při soustružení⁴

Pro podélné soustružení válcové plochy platí následující vztahy⁵:

Výpočet řezné rychlosti:

$$v_c = \pi \cdot D \cdot n \cdot 10^{-3} \text{ [m} \cdot \text{min}^{-1}] \quad (1.1)$$

Výpočet posuvové rychlosti:

$$v_f = f \cdot n \cdot 10^{-3} \text{ [m} \cdot \text{min}^{-1}] \quad (1.2)$$

Výpočet rychlosti řezného pohybu:

$$v_e = \sqrt{v_c^2 + v_f^2} = 10^{-3} \cdot n \cdot \sqrt{(\pi \cdot D)^2 + f^2} \text{ [m} \cdot \text{min}^{-1}] \quad (1.3)$$

Kde:	v_c	– řezná rychlost [m·min ⁻¹]
	v_f	– posuvová rychlost [m·min ⁻¹]
	v_e	– rychlost řezného pohybu [m·min ⁻¹]
	D	– průměr obráběné plochy [mm]
	n	– otáčky obrobku [min ⁻¹]
	f	– posuv na otáčku obrobku [mm]

2 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY CNC OBRABĚCÍCH STROJŮ

2.1 CNC OBRÁBĚCÍ CENTRA

CNC obráběcí centrum je číslicově řízený obráběcí stroj, který je dle definice ISO schopný¹:

- provést různé operace při jednom upnutí obrobku,
- vybrat a vyměnit nástroje,
- nastavit vzájemnou polohu obrobku a nástroje (platí i pro běžný CNC obráběcí stroj),
- řídit otáčky, posuvy a pomocné úkony (platí i pro běžný CNC obráběcí stroj).

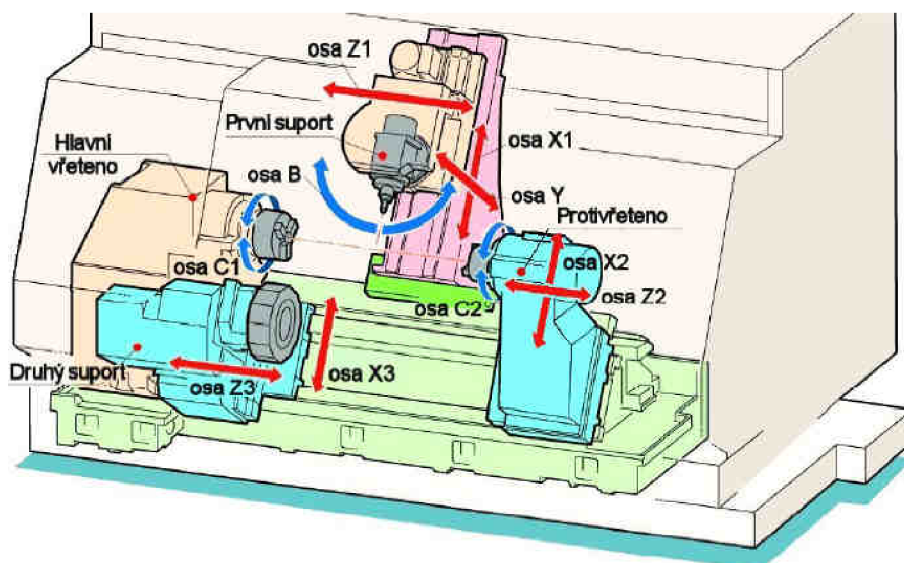
Z technologického hlediska můžeme CNC obráběcí centra rozdělovat na:

- obráběcí centra pro výrobu rotačních součástí (soustružnická OC, horizontální - s vodorovnou osou vřetena, vertikální - se svislou osou vřetena),
- obráběcí centra pro výrobu nerotačních součástí (frézovací, horizontální a vertikální jako v předchozím případě).

2.2 SOUSTRUŽNICKÁ OBRÁBĚCÍ CENTRA

Soustružnická obráběcí centra s horizontální osou vřetena jsou multiprofesní stroje s:

- hlavním obrobkovým vřetenem,
- obrobkovým protivřetenem,
- dvěma nástrojovými suporty (pro obrábění přírubových nebo hřídelových rotačních součástí s přidavnými nerotačními nebo nesouose rotačními plochami),
- často jsou vybavena zařízením pro manipulaci s obrobkem.



Obr. 2.1 Soustružnické CNC obráběcí centrum Mori Seiki MT 2000F¹

Soustružnická obráběcí centra s horizontální osou vřetena jsou opatřena ložem s vícenásobnými valivými vodicími plochami pro první nástrojový suport s revolverovou hlavou a vřeteník protivřetena.

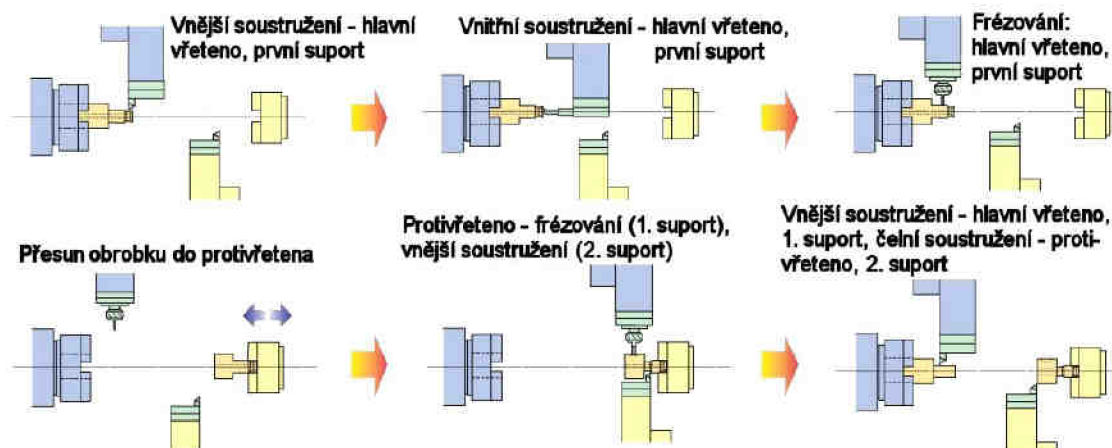
První nástrojový suport má tři řízené osy X1, Y a Z1 (případně B). Jeho revolverová hlava může nést pevné nástroje i nástrojová vřetena pro rotující nástroje na obrábění přídavných nerotačních ploch na obrobkách upnutých v hlavním vřetenu nebo protivřetenu.

Hlavní obrobkový vřeteník je obvykle pevný a pro obrábění nerotačních a nesouose rotačních ploch je vybaven kontinuálním řízením úhlové polohy obrobku v ose C1.

Druhý nástrojový suport, jehož revolverová hlava nese pevné i rotující nástroje, může být pevně připojen k hlavnímu vřeteníku nebo může být řízen v osách X3 a Z3.

Vřeteník protivřetena je řízen v osách X2, Z2 a C2. Na jeho tělese je možné umístit pevné nástroje, které mohou spolupracovat s prvním nástrojovým suportem při obrábění obrobků rotujících v hlavním vřetenu. Mezi těmito pevnými nástroji může být i hrot koníkové opěrky delšího obrobku v hlavním vřetenu při jeho obrábění z prvního nástrojového suportu. Obrobek v protivřetenu může být obráběn i pevnými nebo rotujícími nástroji z prvního suportu, což umožňuje i využití osy Y pro obrábění z druhé strany¹.

Příklad pracovního cyklu soustružnického CNC obráběcího centra je uveden na obrázku 2.2.



Obr. 2.2 Příklad pracovního cyklu soustružnického obráběcího centra¹

2.3 CNC SOUSTRUHY

CNC soustruh je číslicově řízený obráběcí stroj, který je schopný nastavit vzájemnou polohu nástroje vůči obrobku, řídit otáčky, posuvy a pomocné úkony. Nejvýraznějším rozdílem mezi soustružnickým obráběcím centrem a CNC soustruhem je ten, že CNC soustruh neumožňuje automatický výběr a výměnu nástroje během obráběcího procesu. Zde jsou nástroje upevněny bez možnosti výměny v nožových držácích, případně v revolverové hlavě a jejich výměna je možná pouze za klidu stroje operátorem.

3 NÁSTROJE PRO SOUSTRUŽENÍ

Nástroje pro soustružení – soustružnické nože, mají obvykle jednoduchý geometricky definovaný tvar ostří a jsou většinou jednobřité.

3.1 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ SOUSTRUŽNICKÝCH NOŽŮ

Soustružnické nože lze rozřadit podle různých hledisek³.

Dle technologického hlediska:

- soustružnické nože radiální,
- soustružnické nože prizmatické,
- soustružnické nože kotoučové,
- soustružnické nože tangenciální.

Radiální soustružnické nože dále rozdělit na:

Dle konstrukce na:

- celistvé,
- s pájenými břitovými destičkami,
- s vyměnitelnými břitovými destičkami,
- modulární.

Dle posuvového pohybu na:

- pravé,
- levé.

Dle způsobu obrábění na:

- obrábění vnějších ploch,
- pro obrábění vnitřních ploch.

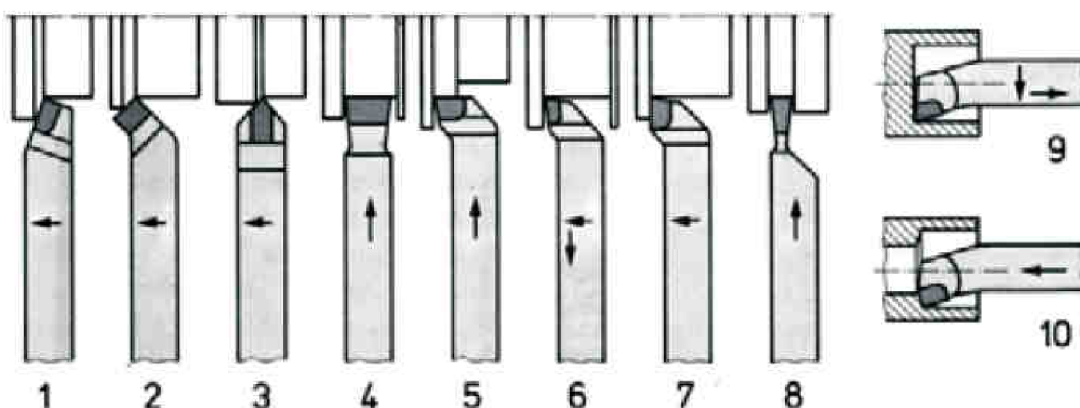
Dále se mohou soustružnické nože členit na:

- uběrací,
- zapichovací,
- upichovací,
- kopírovací,
- závitové,
- tvarové.

a dle tvaru tělesa nože existují radiální soustružnické nože:

- přímé,
- ohnuté.

Příklad tvarů soustružnických nožů je na obr. 3.1.

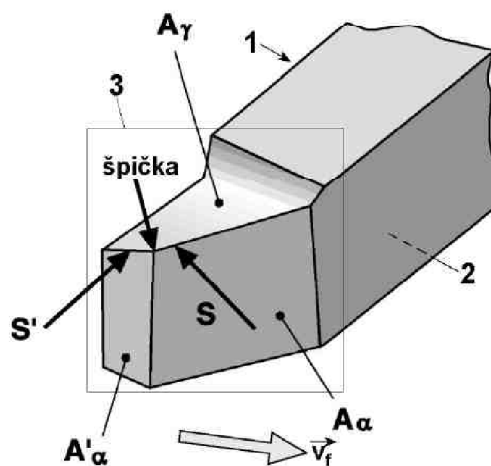
Obr. 3.1 Tvary soustružnických nožů⁶

1 - Uběrací nůž přímý, 2 - Uběrací nůž ohnutý, 3 - Ostrý soustružnický nůž, 4 - Naběrací nůž, 5 - Uběrací nůž stranový, 6 - Rohový soustružnický nůž, 7 - Boční uběrací nůž, 8 - Zapichovací nůž, 9 - Vnitřní nůž rohový, 10 - Vnitřní uběrací nůž

Výše uvedené rozdělení v současné době však již zastiňuje používanější systém označování nástrojů, resp. systém značení nožových držáků s vyměnitelných břitových destičkami, jež je uveden v kapitole 4.3.1

3.1.1 Geometrie nástroje

Nástroj v interakci s obrobkem umožňuje realizaci řezného procesu. Z geometrického hlediska je nástroj identifikován svými prvky, plochami, ostřími a rozměry ostří.

Obr. 3.2 Prvky a plochy na nástroji¹

Na soustružnickém noži můžeme nalézt tyto hlavní prvky (viz. obr. 3.2):

1 – Těleso

Je to část nástroje, na které jsou přímo vytvořené nebo upevněné elementy ostří. Stopka nástroje je částí nástroje a slouží k jeho upnutí.

2 – Základna

Jedná se o plochou část stopky, která je zpravidla rovnoběžná nebo kolmá k základní rovině a slouží pro umístění a orientaci nástroje při jeho výrobě, kontrole a ostření. Některé nástroje nemají jednoznačně určenou základnu.

3 – Řezná část

Obsahuje prvky které tvoří při soustružení třísku. Hlavními částmi jsou ostří, čelo a hřbet.

$A\gamma$ – Čelo

Plocha, po které odchází tříska. Pokud čelo tvoří několik protínajících se ploch, jsou označeny číselným indexem. Tvar čela určuje křivka vytvořená průsečíkem plochy čela $A\gamma$ s požadovanou rovinou a je obvykle definovaný a měřený v nástrojové rovině ostří. Utvařec třísky je část čelní plochy určená na lámání nebo svinování třísky.

$A\alpha$ – Hlavní hřbet

Plocha nebo souhrn ploch, které směřují k přechodové ploše obrobku.

$A\alpha'$ – Vedlejší hřbet

Plocha nebo souhrn ploch, které směřují k obrobené ploše obrobku.

S – Hlavní ostří

Část ostří, které má sloužit k vytvoření přechodové plochy na obrobku. V případě, že nástroj má ostrou špičku, hlavní ostří začíná na této špičce.

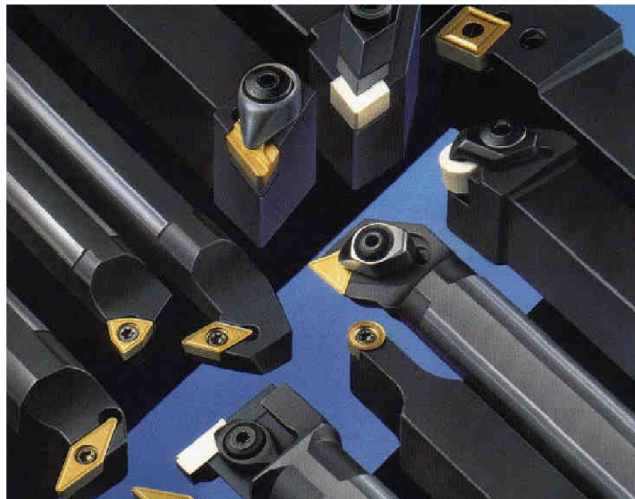
S' – Vedlejší ostří

Provádí dokončovací práci na obrobené ploše, ale nezúčastňuje se při vytváření přechodové plochy¹.

Při konstrukci nože se musí dbát zejména na geometrie břitu. Řezné úhly se volí se zřetelem na trvanlivost břitu, jakost povrchu obráběné součásti, řezné podmínky, velikost řezného odporu, tuhost stroje a pevnost břitové hrany.

4 SOUSTRUŽNICKÉ NÁSTROJE PRO CNC OBRÁBĚCÍ STROJE

Pro soustružení na CNC soustruzích lze použít klasické soustružnické nástroje. S ohledem na snižování výrobních nákladů a na efektivitu výrobního procesu se však využívají u těchto automatizovaných soustružnických obráběcích operacích zpravidla nástroje s vyměnitelnými břitovými destičkami. (viz. obr. 4.1).



Obr. 4.1 Soustružnické nože s vyměnitelnými břitovými destičkami²

V současné době se pro soustružení na CNC soustruzích a soustružnický obráběcích centrech využívají zejména modulární soustružnické nože. Zde lze do základního držáku pomocí různých upínacích systému upevnit hlavice s vyměnitelnými břitovými destičkami.

Tyto nástroje se vyznačují několika základními znaky:

- mají stavebnicovou konstrukci,
- seřizují se mimo stroj na speciálním seřizovacím přístroji,
- jejich rezné části se vyrábějí z kvalitních nástrojových materiálů,
- pracují s vysokými reznými rychlostmi.

4.1 UPÍNÁNÍ NÁSTROJŮ

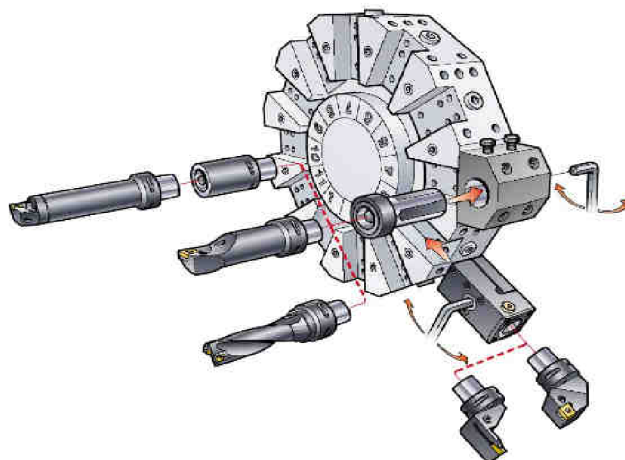
Všechny soustružnické nástroje jsou uloženy v zásobnících nástrojů, které mohou mít kapacitu až 150 nástrojů. Tyto nástroje mohou být umístěny dle konstrukce obráběcího stroje a to například:

- na pracovním vřeteníku,
- na stojanu nebo stole stroje,
- mimo stroj.

Podle konstrukce lze zásobníky rozdělit například na:

- revolverové,
- bubnové,
- deskové,
- voštinové,
- regálové,
- řetězcové.

V současné době se pro CNC soustruhy a soustružnická obráběcí centra využívá nejčastěji revolverový zásobník, jež umožňuje více možností upnutí nástroje. Příklad je uveden na obr. 4.2.



Obr. 4.2 Revolverový zásobník (systém Coromant Capto)⁷

Poloha nástroje v zásobníku, případně i vlastní nástroj mají svoje identifikační kódy pro umožnění výběru a výměny nástroje podle řídicího programu obráběcího centra.

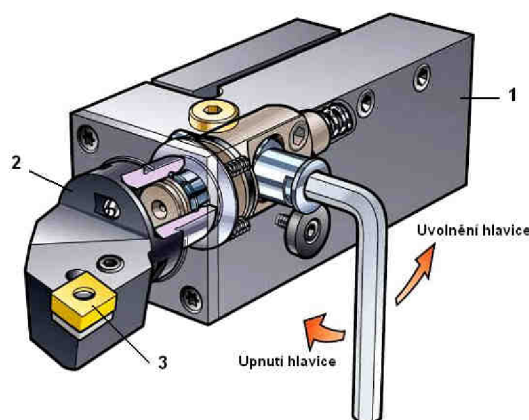
Sled nástrojů a jejich seskupení v zásobníku může odpovídat technologickému postupu výroby konkrétní součásti (kódováno je místo v zásobníku) nebo může být libovolné (kódován je nástroj). Výhodou prvního způsobu jsou krátké časy výměny nástrojů a minimální pohyby zásobníku, nevýhodou je nutnost výměny většiny nástrojů pro výrobu každé nové součásti.¹

4.2 KONSTRUKCE NÁSTROJE

Nástroj se zpravidla skládá z:

- Základní držák pro upnutí na obráběcí stroj,
- Redukční členy jež umožňují změnu velikosti příčného průřezu,
- Prodlužovací členy,
- Upínací členy pro upnutí řezných částí nástroje,
- Řeznou část nástroje.

Příkladem je upínací systém Coromant CAPTO na obr. 4.3.



Obr. 4.3 Upínací systém Coromant CAPTO⁷
1 – Základní držák, 2 – Upínací člen, 3 – Řezná část nástroje

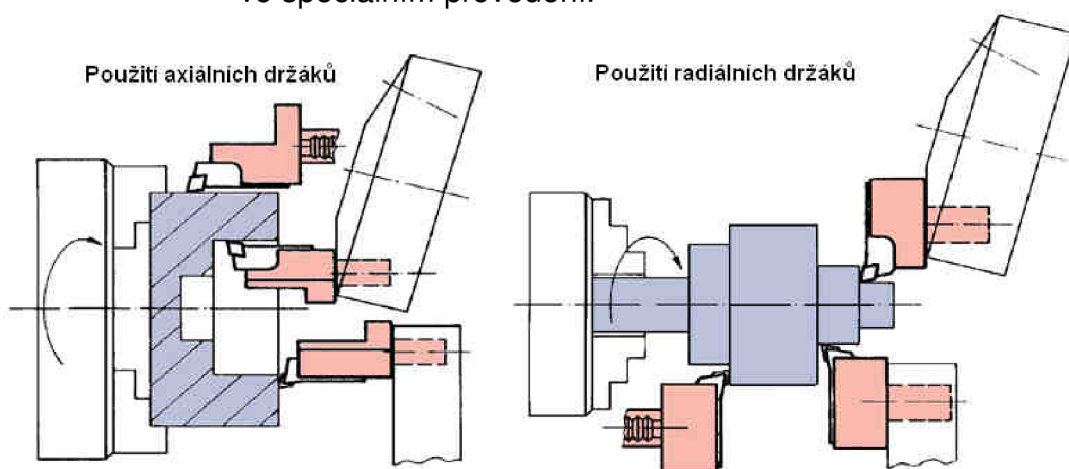
4.2.1 Základní držáky

Držák je část nástroje, který slouží k upnutí nástroje k obráběcímu centru. Lze je rozdělit dle systému upínání nástroje do držáku na:

- ruční upínací jednotky,
- automatické upínací jednotky.

Dle funkce držáku na:

- Pevný nástrojový držák:
 - s válcovou stopkou,
 - prismatické,
 - s radiální stopkou,
 - s axiální stopkou,
 - pro modulární a stavitelné systémy,
 - pro specifická provedení.
- Poháněný nástrojový držák:
 - pro revolverové hlavy,
 - pro CNC soustruhy,
 - pro modulární systémy,
 - ve speciálním provedení.



Obr. 4.4 Použití axiálních a radiálních držáků⁸

4.2.2 Redukční a prodlužovací členy

Redukční člen slouží zejména ke změně velikosti příčného průřezu. Prodlužovací člen slouží k prodloužení stopky nástroje pro vyvrtávání, speciální technologickou úpravou pro přívod chladicí kapaliny a tlumení kmitů nástroje. Příklad prodloužení je na obr. 4.5.

Obr. 4.5 Příklad funkce prodlužovacího členu⁴

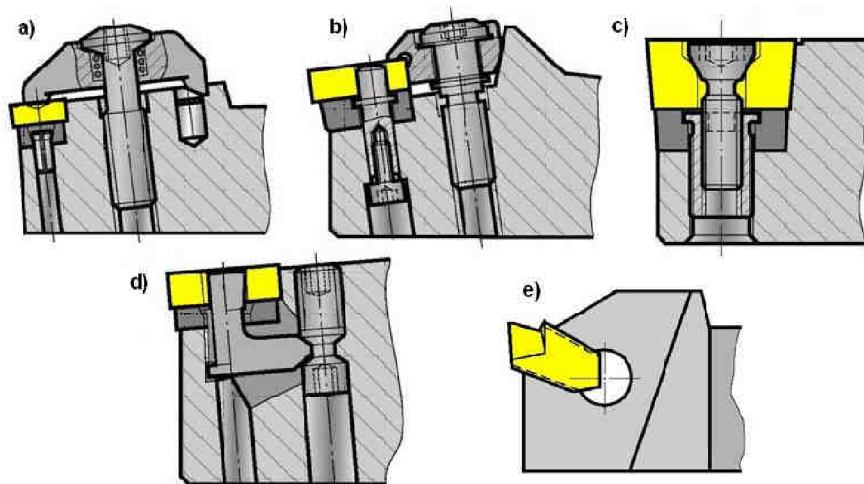
4.2.3 Soustružnické hlavy – upínací člen

V rámci konstrukce nástroje pro soustružení na CNC soustružích patří k nejdůležitějším segmentům hlava nástroje, která je upevněna v základním držáku a slouží k samotnému procesu obrábění.

Největším rozdílem oproti klasickým soustružnickým nožům je zde přítomnost vyměnitelné břitové destičky a tvar tělesa nože. Navíc může být opatřena různými redukčními členy, které slouží zpravidla ke změně velikosti příčného průřezu, dále její součástí mohou být různá prodloužení, či redukce sloužící k tlumení hluku při vibraci nástroje, či se speciální technologickou úpravou pro přívod chladicí kapaliny do místa řezu.

4.3 NOŽOVÉ DRŽÁKY

Nezbytnou částí rezné části nástroje je vyměnitelná břitová destička. Břitová destička z rezného materiálu je mechanicky upnuta v nožovém držáku z konstrukční oceli. Systémy upnutí jsou definovány dle ISO. Příklady systému upínání jsou uvedeny na obr. 4.6.



Obr. 4.6 Systémy upínání vyměnitelných břitových destiček¹
 a) systém C, b) systém M, c) systém S, d) systém P, e) systém X

4.3.1 Označování nožových držáků

1	2	3	4
Způsob upínání Způsob upínania	Tvar destičky Tvar doštičky	Tvar nože - úhel nastavení Tvar noža - uhol nastavenia	Úhel hřbetu Uhol chrbita
C	S C	A B C D D	α_n N C P $\alpha_n=0^\circ$ $\alpha_n=7^\circ$ $\alpha_n=11^\circ$
P	T D	E F G H J	5 Směr řezu Smer rezu
M	R K	K L M N P	
S	W V	Q R S S T	R
X	L X	U V W X Y	L
G		Z	N

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C	K	J	N	R	- 32	25	L	19	-	S

6	7	8	9
Výška držáku (mm) Výška držiaka (mm)	Šířka držáku (mm) Šírka držiaka (mm)	Celková délka Celková dĺžka	Velikost destičky Veľkosť doštičky
08 10 12 16 20 25	08 10 12 16 20 25	l_1 [mm]	S C D V K W T R
32 38 40 45 50	32 38 40 45 50	D 60	d [mm]
		E 70	6,00
		F 80	6,35 06 07 11 11
		H 100	8,00
		J 110	09 09 11 16 19 06 16
		K 125	10,00
		L 140	12,00
		M 150	12,70 12 12 15 08 22 12
		N 160	15,875 15 16 27 15
		P 170	16,00
		Q 180	19,05 19 19
		R 200	20,00
		S 250	25,00
		T 300	25,40 25 25
		U 350	
		V 400	
		W 450	
		X Spec.	
		Y 500	

Obr. 4.7 Označování nožových držáků s vyměnitelnými břitovými destičkami ze sliťných karbidů¹

Vyměnitelné břitové destičky radiálních nožů jsou vyráběny ze slinutých karbidů - SK, řezné keramiky, cermetů, polykrystalického kubického nitridu boru - PKNB a polykrystalického diamantu - PD.

Čela destiček jsou buď hladká, nebo jsou na nich vytvořeny předlisované (případně vybroušené) utvařeče třísky. V současné době jsou používány vícebřité destičky, kdy se po otupení jednoho břitu pootočí do nové polohy pro využití dalšího břitu. Čtvercová oboustranná destička potom tedy disponuje osmi využitelnými břity.

Výměna destiček je rychlá, snadná a polohu břitu obvykle není třeba seřizovat. Břitové destičky jsou uloženy v nožovém držáku tak, aby řezné odpory směřovaly do stěn pro ně vytvořených vybrání a nezatěžovaly upínací mechanismus.¹

5 SOUSTRUŽNICKÉ NÁSTROJE VYBRANÝCH VÝROBCŮ

Charakteristika a produkce výrobců nástrojů pro CNC soustruhy a soustružnická obráběcí centra je zaměřena na nejvýznamnějšího výrobce těchto produktů ve světě a v České republice.

5.1 SANDVIK COROMANT

Sandvik Coromant je největším světovým výrobcem vyměnitelných břitových destiček z cementovaného karbidu a nástrojů pro soustružení, frézování a vrtání, jakož i modulárních systémů pro soustruhy a obráběcí centra.

Z jejich širokého výrobního sortimentu se zaměříme na nástroje pro soustružení a zejména na modulární nástrojové systémy, jež jsou v současné době nejvíce využívány při obrábění na CNC soustruzích a soustružnických obráběcích centrech.

Stěžejním produktem z této oblasti výroby společnosti je modulární systém Coromant Capto®, jež je opatřen ochrannou známkou.

Při změnách výroby vzniká požadavek na flexibilitu systému upínání nástrojů, protože různé velikosti součástí často vedou k požadavku na proměnlivý dosah nástroje. Systém Coromant Capto® lze použitím standardního upínacího mechanismu integrovat přímo do revolverové hlavy. Tento systém je stejně účinný při soustružení, frézování, vrtání a vyvrtávání.

Coromant Capto umožňuje sestavit správnou délku nástroje za účelem udržení maximální výkonnosti. Je-li požadováno nástrojové vybavení pro řadu strojů s různými velikostmi kužele nebo různým konstrukčním provedením, umožňuje použití jediného standardního systému modulárních nástrojů pro různé druhy operací. Jestliže složitost součástky vyžaduje vysoký počet speciálních nástrojů. Coromant Capto nabízí podstatné snížení inventáře potřebných nástrojů a v soustružnických a obráběcích centrech

Zákazníci si mohou ze standardních produktů sami sestavit vhodnou kombinaci nástroje ve správné délce tak, aby vyhovovala pro danou aplikaci a strojové vybavení. Nabídka obsahuje různé druhy nástavců a redukci, s jejichž pomocí lze sestavit pestrou nástrojů v požadovaném provedení a délce.⁷

Modularita znamená omezení nutnosti použití drahých speciálních nástrojů s dlouhými dodacími lhůtami. Díky modularitě znamená sjednocení upínání nástrojů na systém Coromant Capto skvělou volbu, přináší snížení nákladů a skladového inventáře. Názorný obrázek je uveden v kapitole 4.1 (Obr. 4.2). Budeme se tedy zabývat jednotlivými komponenty tohoto systému.

Systém nabízí mnoho variant upínacích jednotek s ručním ovládáním, automatických upínacích jednotek, zařízení pro víceúčelové obráběcí stroje a poháněné držáky nástrojů Coromant Capto.

Všechny tyto komponenty pak mohou být osazeny dalšími výrobky společnosti. Nástroje pro soustružnická centra se v produkci společnosti Sandvik Coromant lze rozdělit na:

- upínací jednotky s ručním ovládním,
- automatické upínací jednotky,
- nástroje pro víceúčelové stroje,
- poháněné držáky nástrojů Coromant CAPTO.

Tyto základní členy je pak možno osadit různými nástrojovými držáky, adaptéry, prodlužovacími tyčemi, adaptéry pro rotační nástroje či vyvrtávacími tyčemi CoroTurn SL. Dále pak je možné upevnit již konkrétní řezný nástroj.

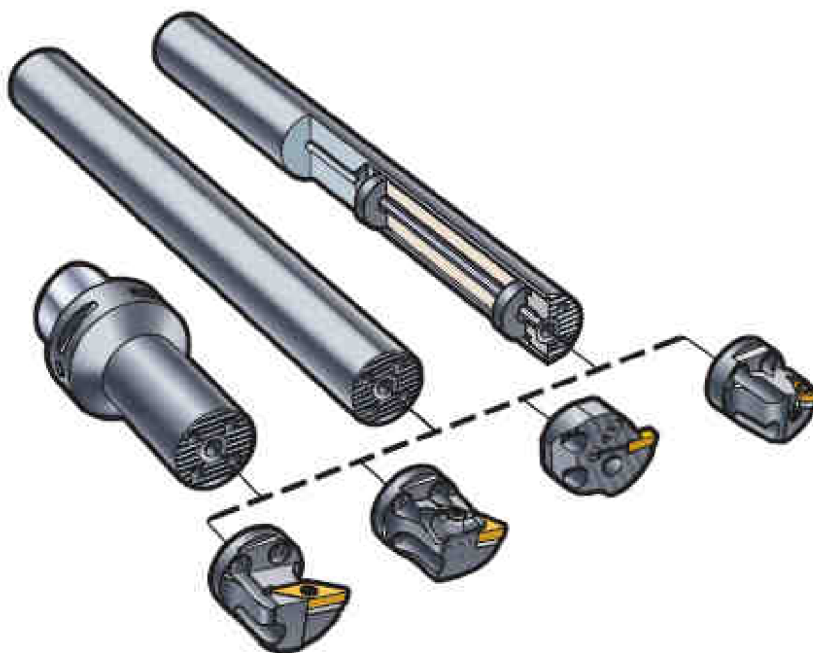
Společnost Sandvik Coromant nabízí širokou škálu nástrojů pro soustružení, jako jsou:

- Nástroje s válcovou stopkou,
- Stopkové nástroje,
- Upichovací planžety,
- Řezné jednotky Coromant Capto,
- Řezné hlavy CoroTurn SL.

Přehledné schéma možností nástroje je v Příloze 1.

Mezi produkty společnosti také patří výroba vyměnitelných břitových destiček pro všechny nástroje ze své široké nabídky nástrojů osazené VBD.

Zajímavým produktem je flexibilní modulární nástrojový systém CoroTurn SL vynikající výjimečnou upínací silou a možností vytvářet široké spektrum různých nástrojových kombinací. Množství kombinací umožňuje snižování nákladů na nástrojové systémy. Součástí tohoto systému jsou vyvrtávací tyče a adaptéry. V nabídce jsou ocelové, karbidové a tlumené vyvrtávací tyče a adaptéry řady Silent Tool pro různé aplikace a práci s různým vyložení. Systém CoroTurn SL také obsahuje řezné hlavy s upínacím systémem CoroTurn® RC pro destičky s negativní geometrií břitu.



Obr. 5.1 Vyvrtávací tyče, adaptéry a řezné hlavy CoroTurn SL⁷

5.2 PRAMET TOOLS

Společnost Pramet tools patří k tuzemským výrobcům kvalitních vyměnitelných břitových destiček ze slinutého karbidu a mezi výrobce obráběcích nástrojů osazených slinutým karbidem. Produkty společnosti zasahují do mnoha strojírenských odvětví, zejména vyrábí nástroje pro třískové obrábění a pomůcky. Z toho segmentu společnost vyrábí také držáky rotačních nástrojů, držáky pro vnější soustružení – upichování(zapichování) a planžety pro upichování a zapichování. Zaměříme se na výrobní sortiment třískového obrábění a konkrétně na soustružnické nože, hlavice a kazety a stavitelné hlavice.

5.2.1 Soustružnické nože

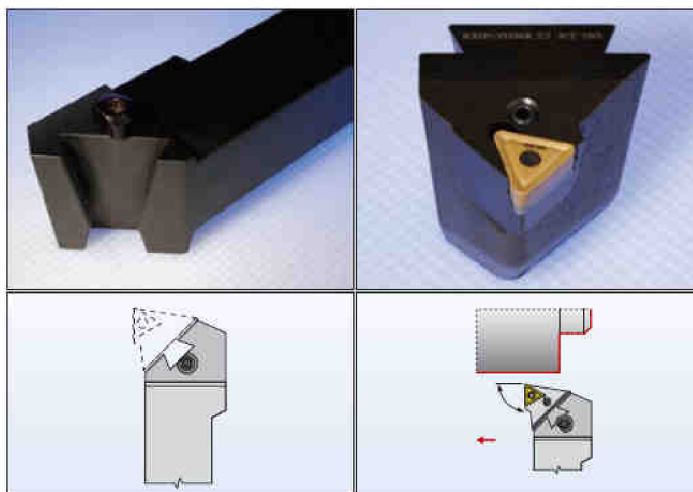
Nabídka soustružnických nožů společnosti zahrnuje všechny dostupné soustružnické nože, které společnost rozděluje na nástroje pro:

- vnitřní soustružení ISO C,
- vnější soustružení ISO C,
- vnitřní soustružení ISO D,
- vnější soustružení ISO D,
- vnější soustružení ISO M,
- vnější soustružení ISO P,
- vnitřní soustružení ISO P,
- vnější soustružení ISO S,
- vnitřní soustružení ISO S,
- nástroje pro upichování a zapichování,
- nástroje pro soustružení závitů.

Nože jsou značeny dle norem ISO a písmeno označuje způsob upnutí břitové destičky dle ISO.

5.2.2 Soustružnické hlavice

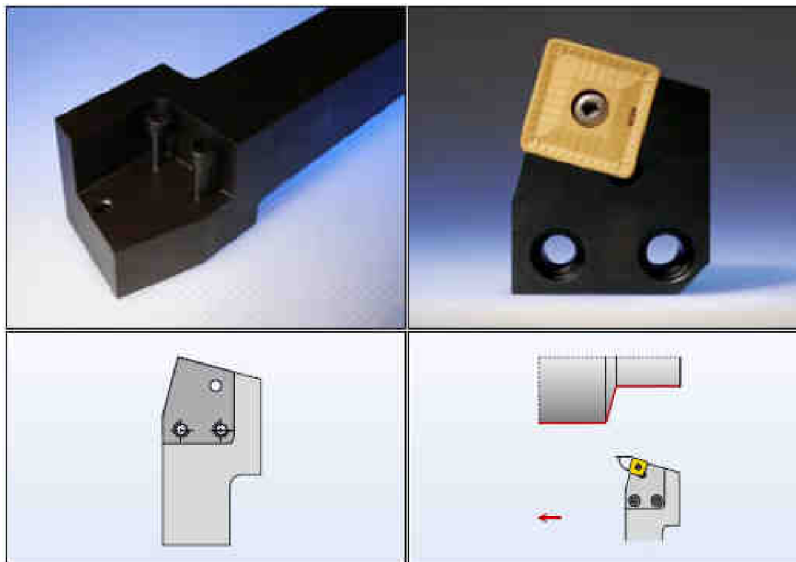
Společnost nabízí také řadu soustružnických hlavice pro vnější soustružení, které je možné upevnit do držáku pro hlavice DKH. Označování hlavice a držáku je dle normy ISO. Názorná ukázka je na obr. 5.2.



Obr. 5.2 Příklad nástrojového držáku DKH a hlavice Pramet tools⁹

5.2.3 Soustružnické kazety

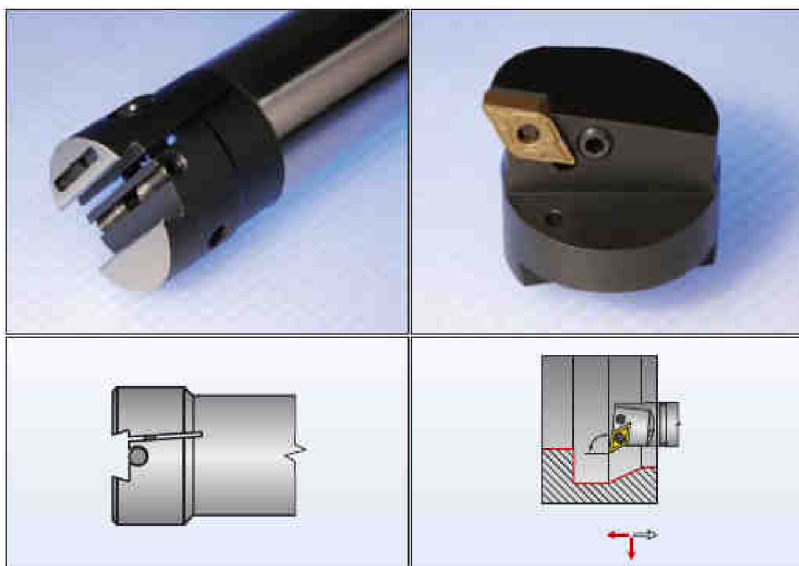
Nabízenými produkty je také řada soustružnických kazet pro vnější soustružení, které je možné upevnit do držáku kazet DKR/L. Označování kazet a držáku je dle normy ISO. Názorná ukázka je na obr. 5.3.



Obr. 5.3 Příklad držáku kazet DKR/L a kazety Pramet tools⁹

5.2.4 Stavitelné hlavice

Společnost Pramet tool také nabízí řadu stavitelných hlavice pro vnitřní soustružení, které je možné upevnit do držáku stavitelných hlavice DSH. Označování stavitelných hlavice a držáku je dle normy ISO. Názorná ukázka je na obr. 5.4.



Obr. 5.4 Příklad držáku stavitelných hlavice DSH a stavitelné hlavice Pramet tools⁹

ZÁVĚR

V současné době patří CNC soustružení a obrábění na soustružnických obráběcích centrech k nezastupitelným způsobům obrábění kovů. Nejen z důvodů přesnosti výrobků, ale také z důvodu efektivnosti výrobního procesu.

S ohledem na zkracování a optimalizaci výrobního procesu patří k důležitým faktorům volba a výměna nástroje. V současnosti je trendem, který se neustále vyvíjí, používání tzv. modulárních systémů. Tyto systémy slouží k rychlé výměně nástroje v zásobníku a tím zkrácení technologický časů při výrobě.

Modularita také znamená omezení nutnosti použití drahých speciálních nástrojů s dlouhými dodacími lhůtami. Modulární systémy jednotlivých výrobců sjednocují upínání nástrojů a také přinášejí snížení nákladů. Systémy nabízejí mnoho variant upínacích jednotek, automatických upínacích jednotek, zařízení pro víceúčelové obráběcí stroje, příp. poháněné nástrojové držáky. Součástí těchto systémů jsou také různé redukce a prodloužení k zjednodušení různých obráběcích operací při soustružení, jako je například vnitřní soustružení atp.

Využíván je také systém vyměnitelných soustružnických hlavic s vyměnitelnými břitovými destičkami, což snižuje náklady na pořízení nástroje. Výhodou je zde také stavitelnost nástrojů, jež v současné době nabízí velké možnosti.

Při CNC soustružení je také samozřejmě možné využít klasických soustružnických nožů, ať již s vyměnitelnými břitovými destičkami nebo bez nich. V současnosti se ale výrobci shodli na tom, že náklady na VBD jsou podstatně nižší a využitelnost vyšší, tudíž se přiklánějí k těmto nástrojům.

Předpokládá se, že vývoj v CNC obrábění ještě bude v příštích letech pokračovat a nároky na přesnost, kompatibilitu a modularitu nástrojů zvyšovat.

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. HUMÁR, A. *Technologie I - Technologie obrábění - 1. část*. Studijní opory pro magisterskou formu studia. VUT-FSI v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2003 [online], [cit. 12. března 2008]. Dostupné na World Wide Web: <http://kst2.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory/TI_TO-1cast.pdf>.
2. JERSÁK, J. *Technologie III – Obrábění – studijní podklady*. Interaktivní multimediální text. TU v Liberci, Katedra obrábění a montáže, [online], [cit. 15. dubna 2008]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.kom.vslib.cz/download.php>>.
3. HUMÁR, A. *Technologie I – Základní metody obrábění – 1. část*. Interaktivní multimediální text pro magisterskou formu studia. VUT-FSI v Brně, ÚST, Odbor technologie obrábění. [online], [cit. 7. února 2008]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory/zakl_met_obr/zakl_met_obr_1.pdf>.
4. SANDVIK COROMANT, *Metalcutting technical guide – A General turning*. [online], [cit. 30. března 2008]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.coromant.sandvik.com/cz>>.
5. KOČMAN, K. a PROKOP, J. *Technologie obrábění*. 2. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM s.r.o., 2005. ISBN 80-214-3068-0.
6. HOFFMAN GROUP, *Garant – Příručka obrábění*. [online], [cit. 3. května 2008]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.hoffmann-group.com/webcontent.omeco/folder_592.html>.
7. SANDVIK COROMANT, *Main Catalogue 2008*. [online], [cit. 10. května 2008]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.coromant.sandvik.com/cz>>.
8. UNITOOL EUROPE, *Upínače a držáky pro CNC soustruhy*. [online], [cit. 4. května 2008]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.unitool.cz/katalog/katalog.php>>.
9. PRAMET TOOLS, *Soustružení 2008*. [online], [cit. 17. dubna 2008]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.pramet.cz/pramet.cz/index.html>>.

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
CNC	-	Computer Numeric Control
VBD	-	Vyměnitelná břitová destička
v_c	$[m \cdot min^{-1}]$	Řezná rychlost
v_f	$[m \cdot min^{-1}]$	Posuvová rychlost
v_e	$[m \cdot min^{-1}]$	Rychlost řezného pohybu
D	[mm]	Průměr obráběné plochy
n	$[min^{-1}]$	Otáčky obrobku
f	[mm]	Posuv na otáčku obrobku

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.1 Hlavní pohyby při soustružení.....	8
Obr. 1.2 Označování hlavních pohybů při soustružení	9
Obr. 2.1 Soustružnické CNC obráběcí centrum Mori Seiki MT 2000F	10
Obr. 2.2 Příklad pracovního cyklu soustružnického obráběcího centra	11
Obr. 3.1 Tvary soustružnických nožů.....	13
Obr. 3.2 Prvky a plochy na nástroji	13
Obr. 4.1 Soustružnické nože s vyměnitelnými břitovými destičkami	15
Obr. 4.2 Revolverový zásobník (systém Coromant Capto)	16
Obr. 4.3 Upínací systém Coromant CAPTO.....	16
Obr. 4.4 Použití axiálních a radiálních držáků.....	17
Obr. 4.5 Příklad funkce prodlužovacího členu	18
Obr. 4.6 Systémy upínání vyměnitelných břitových destiček	18
Obr. 4.7 Označování nožových držáků s vyměnitelnými břitovými destičkami ze slinutých karbidů.....	19
Obr. 5.1 Vyvtávací tyče, adaptéry a řezné hlavy CoroTurn SL	22
Obr. 5.2 Příklad nástrojového držáku DKH a hlavice Pramet tools.....	23
Obr. 5.3 Příklad držáku kazet DKR/L a kazety Pramet tools.....	24
Obr. 5.4 Příklad držáku stavitelných hlavíc DSH a stavitelné hlavice Pramet tools	24

9 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Nástroje pro soustružnická centra společnosti Sandvik Coromant