

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A
ROBOTIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

DESKRIPCE ROTAČNÍCH NÁHONOVÝCH SOUSTAV OBRÁBĚCÍCH STROJŮ

DESCRIPTION OF ROTARY DRIVE SYSTEMS OF MACHINE TOOLS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

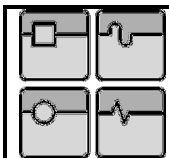
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PAVEL ZVADA

VEDOUČÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. PETR BLECHA, PH.D.

BRNO 2008



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

Akademický rok: 2007/08

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Zvada Pavel

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Deskripce rotačních náhonových soustav obráběcích strojů

v anglickém jazyce:

Description of rotary drive systems of machine tools

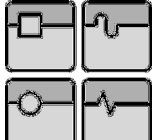
Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Rešerše a popis používaných typů rotačních náhonových soustav u obráběcích strojů.

Cíle bakalářské práce:

Provést rešerši rotačních náhonových soustav používaných u obráběcích strojů.

Provést popis rotačních náhonových soustav používaných u obráběcích strojů.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 5
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Seznam odborné literatury:

Marek, J.; Konstrukce CNC obráběcích strojů, ISSN 1212-2572

Borský, V.; Obráběcí stroje, ISBN 80-214-0470-1

Borský, V.; Základy stavby obráběcích strojů, VUT Brno

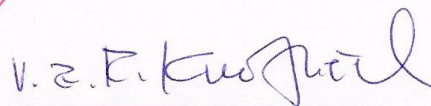
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Blecha, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2007/08.

V Brně, dne 1.11.2007




Ing. Petr Blecha, Ph.D.
Ředitel ústavu



doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ANOTACE

Tato bakalářská práce pojednává o konstrukčním řešení rotačních náhonových soustav a jejich vhodnost u obráběcích strojů. Práce je rozdělena do čtyř základních částí podle aplikace rotačních náhonových soustav.

Klíčová slova:

Vřeteno

Motor

Čidlo

Stůl

ANNOTATION

The bachelor's thesis deals with a constructional solution of rotary drive systems and their usefulness for machine tools. The bachelor is divided into four basic parts for application of rotary drive systems.

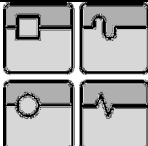
Key words:

Spindle

Motor

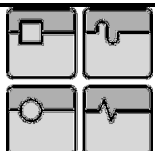
Sensor

Table

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 7
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE MÉ PRÁCE

ZVADA, P. *Deskripce rotačních náhonových soustav obráběcích strojů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 34 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Petr Blecha Ph.D..

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 8
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením vedoucího bakalářské práce pana Ing. Petra Blechy Ph.D. a s použitím uvedené literatury.

V Brně dne 23.5.2008

.....

Zvada Pavel

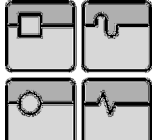
		Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 9
		BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

PODĚKOVÁNÍ

Za účinnou podporu a cenné připomínky a rady při zpracování mé bakalářské práce tímto děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Petrovi Blechovi, Ph.D..

OBSAH

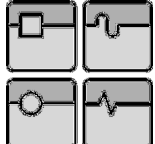
1. ÚVOD.....	11
2. ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ ROTAČNÍCH NÁHONOVÝCH SOUSTAV.....	12
3. NÁHON VŘETENE PRO CNC SOUSTRUHY.....	13
3.1. VŘETENA.....	14
3.1.1. Přesnost chodu.....	14
3.1.2. Typy a uspořádání ložisek.....	16
3.1.3. Předpětí ložisek.....	18
3.1.4. Mazání vřetenových ložisek.....	18
3.2. ZPŮSOB POHONU.....	19
3.3. PŘEVOD Z POHONU NA VŘETENO.....	20
3.4. ODMĚŘOVÁNÍ.....	21
3.5. SKLÍČIDLA.....	22
4. NÁHON VŘETENE PRO FRÉZKY, VYVRTÁVACÍ STROJE A BRUSKY.....	23
4.1. POHON.....	24
4.2. VŘETENA.....	24
4.3. ODMĚŘOVÁNÍ.....	25
4.4. UPÍNAČE.....	25
5. NÁHON NAKLÁPĚCÍCH HLAV.....	26
5.1. POHON.....	26
5.2. ODMĚŘOVÁNÍ.....	27
6. NÁHON ROTAČNÍCH STOLŮ.....	28
6.1. ROTAČNÍ STOLY PRO SVISLÉ SOUSTRUHY.....	28
6.1.1. Uložení.....	29
6.1.2. Pohony.....	29
6.1.3. Odměřování.....	29
6.2. ROTAČNÍ STOLY PRO CNC FREZKY A OBRÁBĚCÍ CENTRA.....	30
7. NÁHON NAKLÁPĚCÍCH STOLŮ.....	31
8. ZÁVĚR.....	32
Seznam použité literatury.....	33

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 11
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

1. ÚVOD

S rotačními náhonovými soustavami se setkáváme u každého obráběcího stroje, kde obrábíme pomocí rotačního pohybu nástroje či obrobku. Bez nich by se neobešly soustruhy, frézky, brusky, vyvrtávací stroje a podobně.

Vývoj obráběcích strojů postupuje neustále kupředu a i rotační náhonové soustavy doznali velkých změn za dobu jejich existence. Ovládání je číslicově řízené a tudíž ovládání pohonu je řízeno počítačem. Zlepšili se jednotlivé komponenty a materiály, které umožňují vyšší výkony, vyšší řeznou rychlost, zkrácení obráběcích časů, ale zato musí být zvýšen důraz na tuhost celého stroje a jeho komponentů.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 12
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

2. ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ ROTAČNÍCH NÁHONOVÝCH SOUSTAV

U obráběcích strojů tyto soustavy dělíme do čtyř **základních skupin**:

- náhon vřetene
- náhon naklápěcích hlav
- náhon rotačních stolů
- náhon naklápěcích stolů

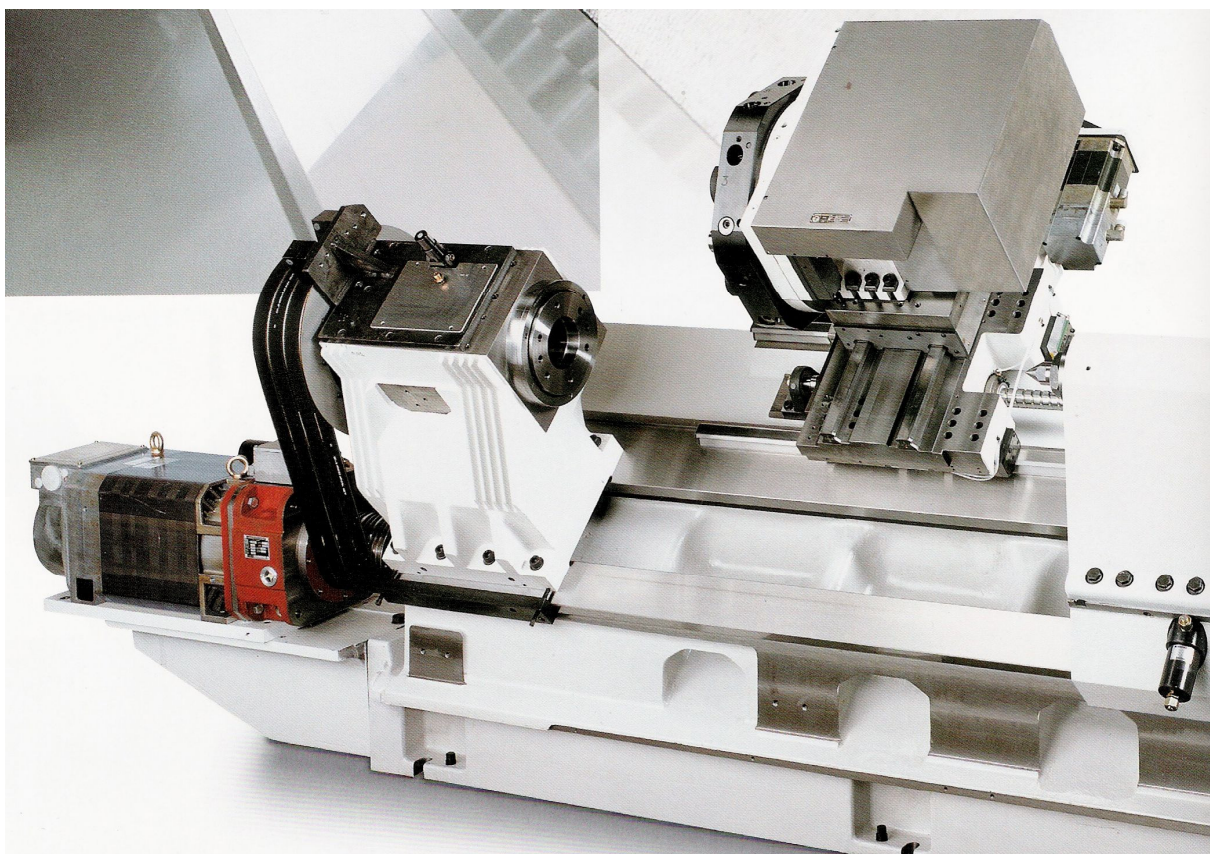
S náhonem vřetene se můžeme setkat u soustruhu, kde poháníme obráběný obrobek upnutý ve sklíčidle. Náhon vřetene se dále používá při pohonu nástroje u frézky, vyvrtávačky apod.

Naklápěcími hlavami poháníme nástroje k frézování, vrtání. Jejich značná výhoda je ta, že zvyšuje počet obráběcích os stroje a tím se snižuje četnost upínání obrobku, všechny tyto faktory zvyšují výslednou přesnost hotového dílce.

Rotační stoly se používají u velkých svislých soustruhů nebo u frézek. Rotační naklápěcí stoly se používají pro složitější díly, nahrazují naklápěcí hlavy.

3. NÁHON VŘETENE PRO CNC SOUSTRUHY

U každého CNC soustruhu chceme docílit, aby soustava náhonu vřetene byla dostatečně tuhá, spolehlivá a co nejpřesnější. Je to základní část soustruhu a ve velké míře ovlivňuje kvalitu celého stroje. U nových koncepcí je vřeteník (v kterém je s dostatečnou tuhostí uloženo vřeteno) uložen samostatně a pohonný servomotor a převodovka jsou oddělené. Dále se u nových CNC soustruhů používají dvě vřetena a tím se znatelně zkrátí doba otočení obrobku. Převodovka se používá, abychom docílili co nejlepšího poměru výkonu ke krouticímu momentu.



Obr 1.: CNC soustruh bez krytů [1]

Základní části náhonu vřetene:

- vřeteno
- pohon vřetene
- převodovka
- převod mezi pohonem a vřetenem
- odměřování otáček a úhlové polohy obrobku
- sklíčidla

3.1 VŘETENA

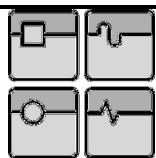
Úkolem vřetena je dát obrobku přesný otáčivý pohyb, při němž dráhy jednotlivých bodů obrobku se liší od kružnice jen v přípustných mezích. Funkce vřetena je zde shodná s funkcí kruhového vedení a vřeteno se od něho liší pouze tvarem. U CNC soustruhů se vřetena v drtivé většině případů ukládá do valivých ložisek. Do přední části vřetene se upravuje k upnutí sklíčidla. [2]

Základní požadavky na vřetena:

- přesnost chodu při rozdílném zatížení
- v uložení vřetene musí být komponenty (většinou talířové nebo vinuté pružiny) pro kompenzaci dilatace vřetene způsobenou teplotními rozdíly při provozu
- účinnost uložení musí být co nejvyšší
- tuhost vřetene

3.1.1 Přesnost chodu

Přesnost chodu se kontroluje v celém profilu vřetene. Nikdy nelze uložit vřeteno tak, aby bylo zcela přesné. Ale je potřeba ho vyrobit, aby házení bylo v příslušné toleranci. Házení dělíme radiální a axiální.

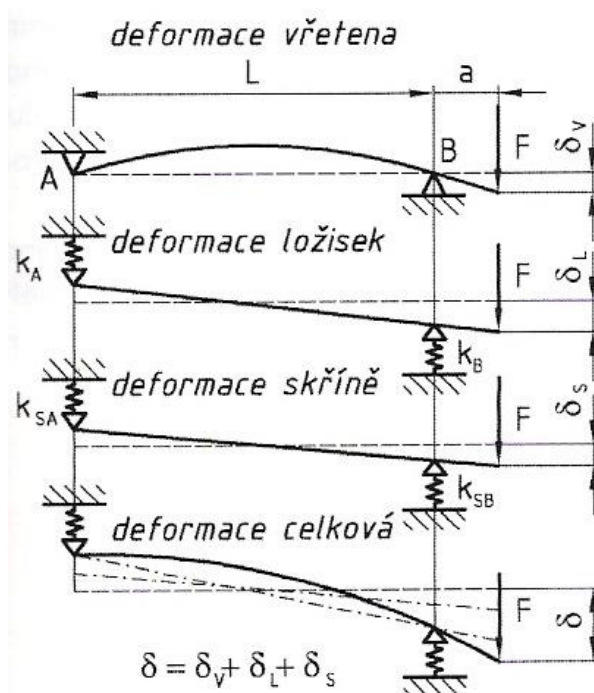


BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Radiální házení je charakterizováno nepřesnostmi otáčení, kdy se osa vřetene mění od své osy, nesouosostí plochy a neokrouhlým tvarem plochy. Poslední dvě příčiny jsou dané nepřesnostmi obrábění a první je způsobena házením ložisek. Abychom docílili co nejmenšího házení vlivem ložisek, volíme přední ložisko se zvýšenou přesností.

Axiální házení se měří na čelní ploše vřetene. Výhoda oproti radiálnímu házení je, že můžeme čelo vřetene po montáži přebrousit a tím částečně odchylku odstraníme.

Také má dosti značný vliv na přesnost vřetene jeho celková deformace, která se obvykle udává na předním konci, kde má největší vliv na přesnost. Celková deformace je charakterizována součtem deformací vřetene, ložisek a skříně.



Obr 2.: Deformace vřetena [3]

Vzorce pro výpočet deformace:

Celková deformace: $\delta = \delta_v + \delta_L + \delta_s$

Deformace vřetene: $\delta_v = \frac{F \cdot a^2}{3 \cdot E} \left(\frac{L}{J_1} + \frac{a}{J_2} \right)$

Deformace ložisek: $\delta_L = \frac{F}{L^2} \left[a^2 \cdot C_A + (a + L)^2 \cdot C_B \right]$

Deformace skříně: výpočet se provádí pro konkrétní skřín

3.1.2. Typy a uspořádání ložisek

V převážné většině konstrukčních řešení vřeten se používají valivá ložiska. Ložisko volíme v závislosti na velikosti a tuhosti. Obecně se používají válečková, kuličková a kuželíková.

Kuželíková ložiska

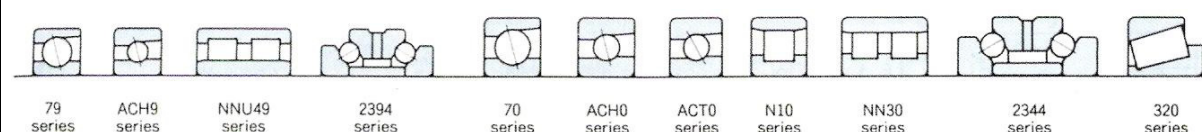
Jsou velmi únosná, přenášejí jak radiální tak i axiální zatížení. Snadno se u nich vymezuje vůle a dosažení předpětí. Jejich značnou nevýhodou je poměrně velmi složité vymezení axiální vůle při montáži.

Radiální kuličková ložiska

Jsou vhodná pro vysoké otáčky. Převážně se používají kuličková ložiska pouze s kosoúhlým stykem. Výhodou tohoto uložení je možnost předpětí a tím dosažení vysoké přesnosti. Nevýhodou tohoto uložení je menší únosnost, proto je potřeba kombinovat s ložisky válečkovými.

Válečková ložiska

Velmi často je uložení vřetene řešeno dvouřadými válečkovými ložisky s kuželovým vnitřním kroužkem. Mají velkou únosnost a proto se často montují na vřetena soustruhu a frézek. Axiálním natahováním na kužel se vymezuje vůle.

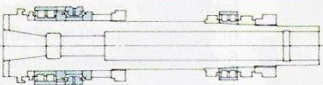
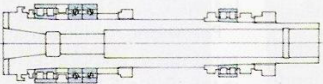
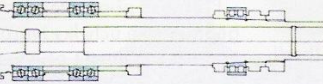
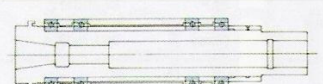
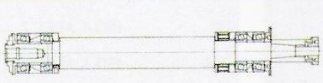
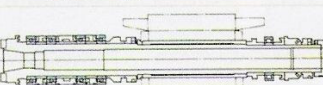


Obr 3.: Druhy ložisek [4]

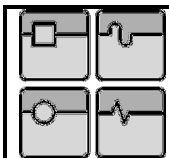
Způsobů uspořádání ložisek je mnoho variant, proto jejich návrh řešíme vždy konkrétně na jaký stroj je vřeteno určeno.

Základní rozdělení uspořádání ložisek:

- uložení s dvouřadým válečkovým ložiskem
- uložení v ložiskách s kosoúhlým stykem
- uložení v kuželíkových ložiskách
- uložení vřeten s průvlekovým motorem

Typ	Uspořádání ložisek	Charakteristika [%]					Užití
		Axiální tuhost	Radiální tuhost	Otáčky	Přesnost	Radiální zatížení	
I.		100	100	100	100	100	• soustruhy • frézky • vrtačky • obráběcí centra
		66	100	118	100	100	
		57	85	155	160	100	
II.		81	58	155	160	110	• soustruhy • frézky • obráběcí centra
		81	66	180	160	100	
		60	61	230	160	85	
		21	55	360	160	50	
III.		120	120	100	90	100	• velké soustruhy • obráběcí centra
IV.		50	60	300	160	80	• obráběcí centra

Obr 4.: Základní uspořádání ložisek vřetene [5]



3.1.3. Předpětí ložisek

Předpětí je velice podstatné na celkovou přesnost vřetene. Předepnutí ložisek umožňuje bezvůlový provoz. Předepíráme pomocí speciálních podložek, ale většinou pomocí pružin, které se starají o konstantní axiální předepínací sílu i za zvýšených teplot vřetene. U specializovaných firem na výrobu ložisek vyrábějí pro zadní konce vřeten integrované ložiskové jednotky, které mají na vnějším kroužku šroubové pružiny jež zajišťují správné předpětí. Další výhodou je velká šířka vnějšího kroužku, který zamezuje přičení.



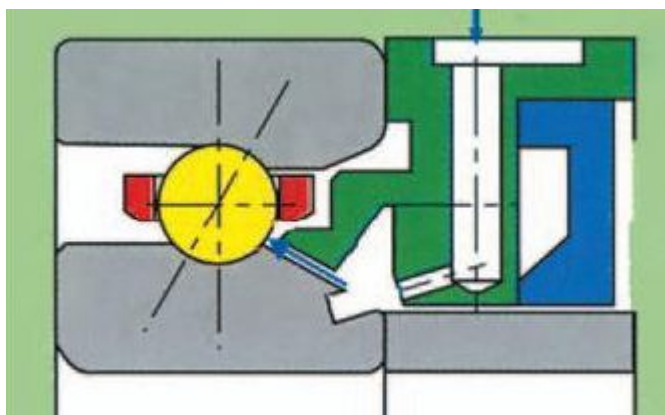
Obr 5.: Ložisko FAG s integrovanými předepínacími pružinami [6]

3.1.4. Mazání vřetenových ložisek

Hlavní důvod mazání je snížit tření v ložiskách na minimum, dále olej při vysokých otáčkách odvádí teplo, které je nežádoucí a je potřeba ho redukovat. V zásadě rozdělujeme mazání ložisek na mazání plastickým mazivem a olejem. V dnešní době, kdy jsou vřetenové ložiska na hranici svých možností, díky zlepšení konstrukce samotného ložiska, ale i použitých materiálů.

Nejčastěji se používá mazání tukem, který nanášíme ručně při montáži nebo jsou přímo na vřetení přidělané mazací patrony, které domazávají postupně. Výhoda plastického maziva je jeho schopnost vyrovnávat teplotu po celém ložisku a tím zamezuje poklesu předpětí.

Mazání olejem je několika způsoby a to v olejové lázni, oběhem, dávkováním, vstřikováním, olejovou mlhou a také systémem olej – vzduch. U mazání přesných vřetenových ložisek je vyžadováno menší množství oleje.

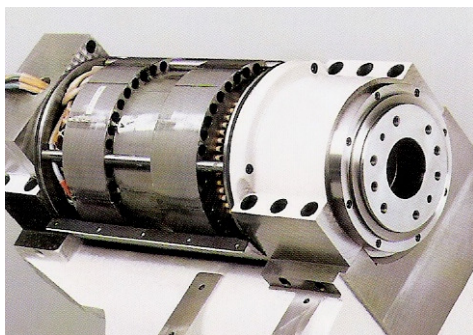
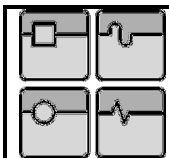


Obr 6.: Příklad oběhového mazání [7]

3.2. ZPŮSOB POHONU

U CNC soustruhů jsou kladeny vysoké požadavky na pohon. Velmi často se používají AC asynchronní motory, krokové a při absenci C-osy není neobvyklé použití konvenčního asynchronního motoru. U novějších strojů se také používají vřetenové motory, které radikálně zmenšují zástavbový prostor soustruhu.

Odměřování polohy a velikosti otáček jsou integrovány přímo uvnitř motoru, který se ovládá řídicím systémem a zpětná data z čidel jsou porovnávána s nastavením naprogramovaných hodnot obsluhy.

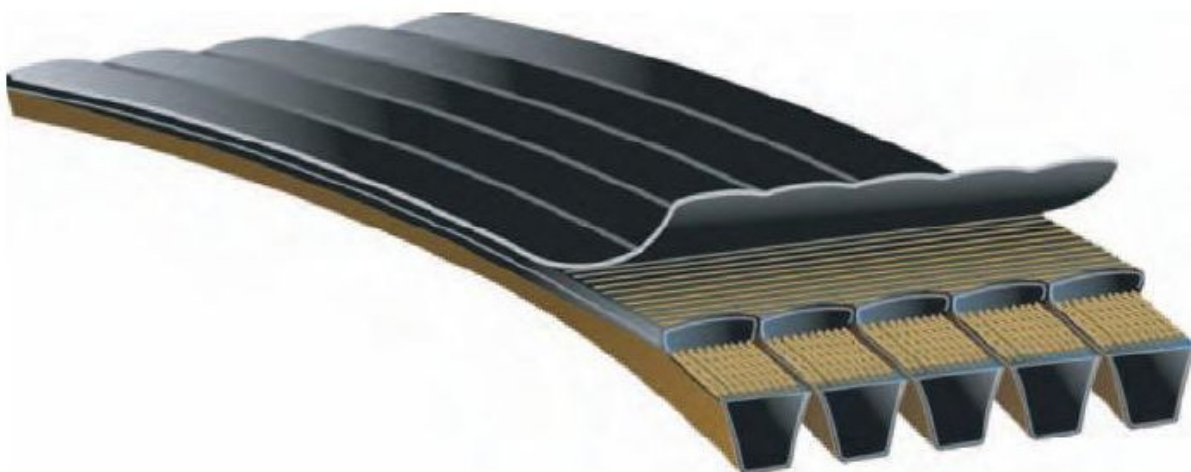


Obr 7.: Příklad elektrovřetene [8]

3.3. PŘEVOD Z POHONU NA VŘETENO

Konstrukční provedení si často vyžaduje rovnoběžné uspořádání, proto převod z motoru přímo na vřeteno či na převodovku se řeší pomocí klínových řemenů.

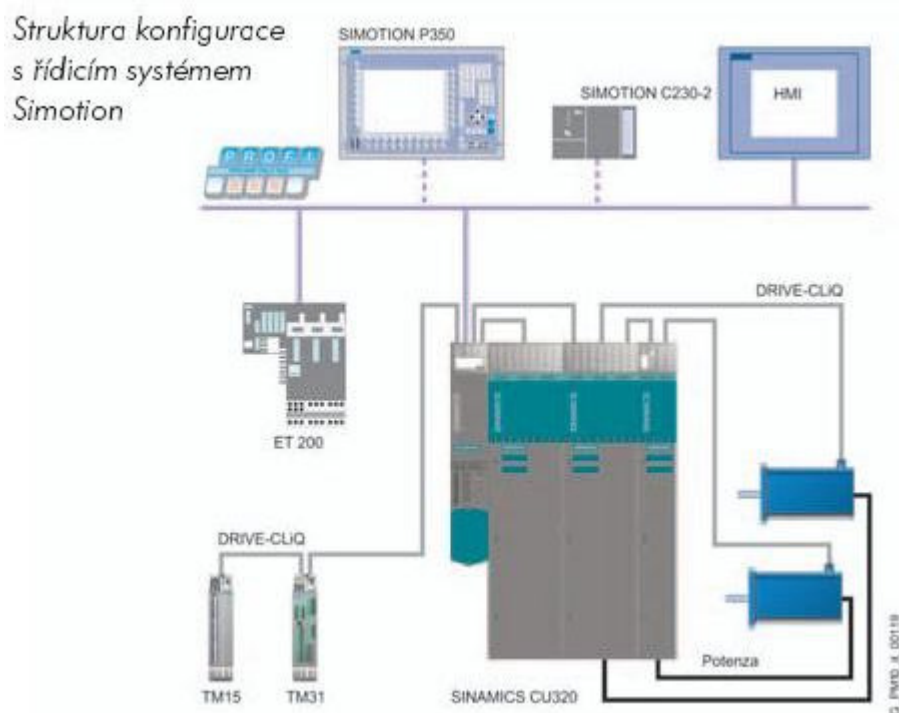
Klínové řemeny mají velkou výhodu, že při přetížení nastane prokluz, který považujeme za pojistnou spojku. Protože je mnohem méně nákladné vyměnit řemen, který je oproti zbývajícím částem soustavy markantně levnější. Často se používají pro jejich nízkou hlučnost a bez údržbový provoz.



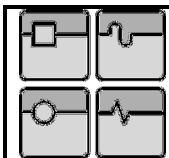
Obr 8.: Klínový řemen s aramidovými kordy s dvojitou ochranou tkaninou [9]

3.4. ODMĚŘOVÁNÍ

Každá rotační náhonová soustava u CNC strojů musí mít zpětnou vazbu, která má za úkol kontrolovat nastavené data v řídicím počítači a vykonanou skutečnost. Zpětná vazba je realizována rotačními snímači, které jsou propojené s řídicím systémem. Základní rozdělení je na čidla polohy a úhlové rychlosti nebo-li k měření otáček. U soustruhů je vždy potřeba kontrolovat otáčky, ale i polohu, pokud je na stroji uvedena i c-osa. Dále se čidla rozdělují na optické a magnetické.



Obr 9.: Schéma řídicího systému [10]



3.5. UPÍNÁNÍ OBROBKU

Upnutí obrobku na CNC stroji musí být dostatečně pevně, aby nedošlo k protočení či vyklonění, ale tak aby nedocházelo k deformaci obrobku. Základní upínače jsou například elektromagnetické, pneumatické, hydraulické a mechanické.

U starších CNC soustruhů se používá ruční upínání obrobku do univerzálních tříčelistových nebo čtyřčelistových sklíčidel. Upínání do sklíčidel je možno za vnější plochu nebo za vnitřní plochu.

U obráběcích strojů které pracují plně automaticky a u novějších strojů se nepoužívají ručně ovládané sklíčidla. Hydraulická a pneumatická sklíčidla se používají velmi často pro stejný tlak při každém upnutí, a pro možnost nastavit sílu upnutí. Většinou jsou v tříčelistovém provedení

Pro soustružení mezi hroty se také dají použít hydraulické vyrovnávací sklíčidla, kde upínací průměr dílu není souosý s osou vrtaných důlků.



Obr 10.: Hydraulické sklíčidlo [11]

4. NÁHON VŘETENE PRO FRÉZKY, VYVRTÁVACÍ STROJE A BRUSKY

U frézek na rozdíl od soustruhů poháníme nástroj, který obrábí obrobek frézami. Vřetena jsou uložena buď svisle nebo horizontálně podle druhu frézek. Jako u soustruhu rotační náhonová soustava musí být dostatečně tuhá a přesná. Vývoj pohonů vřeten jde stále ku předu a má tendenci zvyšovat výkon a rozsah otáček. Vřeteno pohánějí regulační motory s dvou až čtyř stupňovou převodovkou s automatickým řazením.



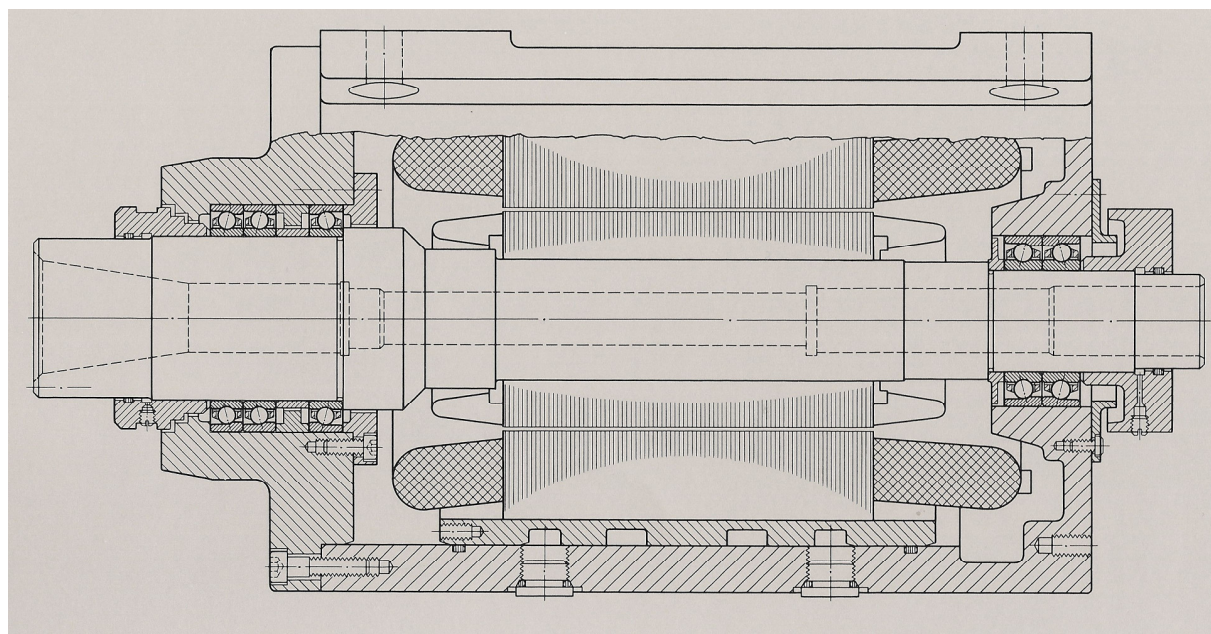
Obr 11.: Konzolové frézky [12]

4.1. Pohon

Používají se AC asynchronní servomotory, krokové vřetenové motory, ale můžeme se setkat u starších frézovacích strojů s běžnými asynchronními motory. Pohon se zpřevodovává řemenem na dvou až čtyř stupňovou převodovku, která pohání vřeteno.

4.2. Vřetena

Vřetena u CNC frézek, vyvrtávaček a brusek jsou v principu velice podobná těm, které se používají u soustruhů. Jsou na ně kladeny stejné nároky: spolehlivost, tuhost, minimální deformace a podobně. U frézek, frézovacích centrech, ale hlavně u brusek pro broušení na kulato pro vnitřní průměry, se používají elektrovřetena.



Obr 12.: Elektrovřeteno pro frézovací centrum [13]

Vřetenová ložiska jsou mazána tukem nebo oběhovým mazáním. Vřetenová ložiska musí být předepnuta pro bezvúlový provoz. Uspořádání ložisek pro frézovací vřetena je názorně na obrázku kapitoly 3.1.2 Typy a uspořádání ložisek

4.3. Odměřování

Je velice podobné jako u soustruhů a je popsáno v kapitole 3.4.

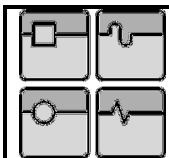
4.4. Upínače

Upnutí nástroje se provádí na konci vřeten, který je kuželový a je normalizovaný pro nástrojové držáky. Většinou se používají kužely ISO. Upnutí se provádí svazkem talířových pružin, které držák nástroje vtahují směrem do vřetena přes upínací šroub. Povolení držáku z vřetene se provádí hydraulicky.

U CNC obráběcích strojů se nástroje vyměňují plně automaticky pro zkrácení vedlejších časů.



Obr 13.: Základní typy upínačů pro rotační nástroje [14]



5. NÁHON NAKLÁPĚCÍCH HLAV

Frézovací vřetenové hlavy se používají pro čtyř až šesti osé frézování. Díky těmto naklápěcím hlavám je možné obrábět složité díly na jedno upnutí a tím snižovat vedlejší časy.

Frézovací hlavy je nutno volit podle požadavků na obrábění, podle výkonnosti, druhu a množství obráběného materiálu, ale také podle požadovaného finálního povrchu a podle velikosti polotovaru. Výrobci obráběcích strojů se snaží docílit maximálním možností stroje a proto někteří zavádějí poloautomatické nebo plně automatické výměny vřeten pro určité obrábění.



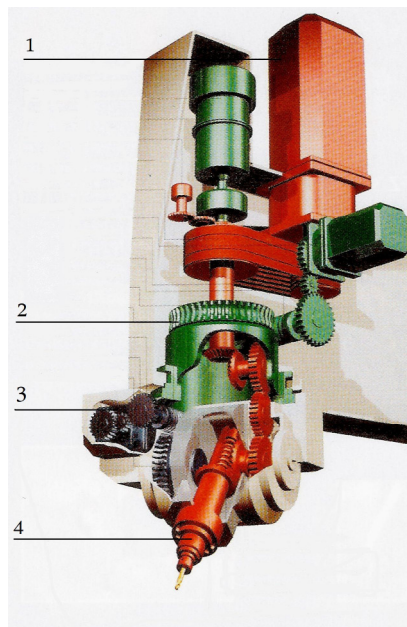
Obr 14.: Dvouosá frézovací hlava [15]

5.1. Pohony

Pro hlavní řezný pohyb se často používají asynchronní servomotory, které jsou z převodovány řemenem na soustavu soukolí pohánějící vřeteno. Konec vřetene je

normalizován pro upnutí nástrojů. Pro dokončovací operace a menší odběr třísek se také používají elektrovřetena u kterých odpadá složitý převod z motoru na vřeteno.

Pro řízení os se používají servomotory, které natáčí frézovací hlavu pomocí šnekového soukolí. Vše je uloženo ve valivém vedení, které je předepnuté pro bezvúlový pohyb. Celá konstrukce natáčecích vřetenových hlav musí být zkonstruována tak, aby se docílilo vysoké tuhosti a spolehlivosti. Také se používá ke zvýšení tuhosti hydrauliky, která zamezuje v pootočení.

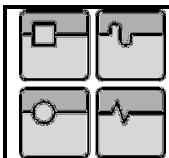


Obr 15.: Konstrukce dvouosé frézovací vřetenové hlavy [16]

1) Pohon vřetene, 2) Šnekový převod c-osy, 3) Servomotor a-osy, 4) Vřeteno

5.2. Odměřování

U každé ovládací osy musí být zpětná vazba v podobě čidel, které musí být propojené s CNC řídicím systémem. Je nutno vybavit frézovací hlavy čidly otáček a natočení jednotlivých os. Velice často se také kontroluje teplota ložisek a motoru, aby vlivem zvýšené teploty nedošlo k poškození uložení a havárii vřetenového motoru.



6. NÁHON ROTAČNÍCH STOLŮ

Rotační stoly rozdělujeme podle toho na který obráběcí stroj jsou určeny a to pro svislé soustruhy a pro frézky. V podstatě jsou stejné, ale u frézek není takový nárok na rychlost otáčení jak na přesnost polohy.

6.1. Rotační stoly pro svislé soustruhy

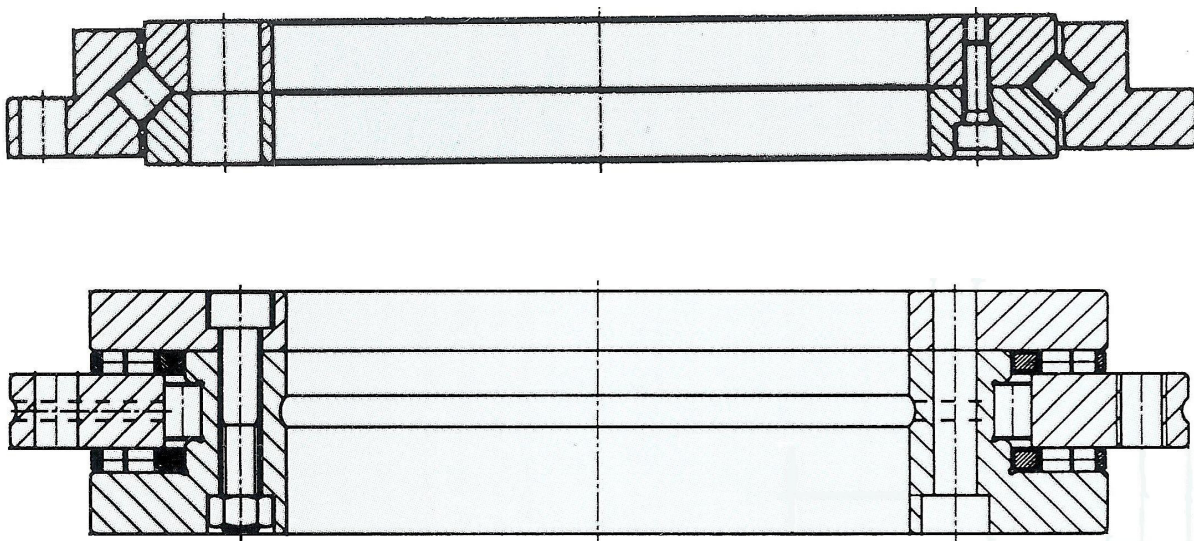
U svislých soustruhů je kladen důraz hlavně na obvodovou rychlost, kde na stole je pomocí čelistí upnut obrobek, u kterého převládá velikost průměru nad délkou. Je zde kladen vysoký nárok na uložení, protože má velký vliv na rozměrovou a tvarovou přesnost obráběné plochy. U nové CNC koncepce je často používána i c-osa a proto musí být zahrnuta i možnost stůl polohovat.



Obr 16.: stůl pro karusel [17]

6.1.1. Uložení

Převážně se používají válečková radiálně-axiální ložiska, ale také ložiska se zkříženými válečky, které jsou vhodným řešením tam, kde je omezený prostor. Často se také používají ložiska s zubením, které je na vnitřním nebo vnějším kroužku.



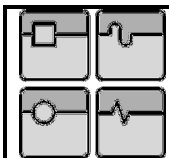
Obr 17.: Ložisko se zkříženými válečky a axiálně-radiální ložisko [18]

6.1.2. Pohon

Nejčastěji se používají AC asynchronní servopohony. Převod z motoru na převodovku je řešen řemenem a několika stupňová převodovka s pastorkem pohání ozubený věnec stolu. Do stejného věnce zabírá pastorek od převodovky C osy, která je řešena samostatně pro vymezení vůle v ozubení.

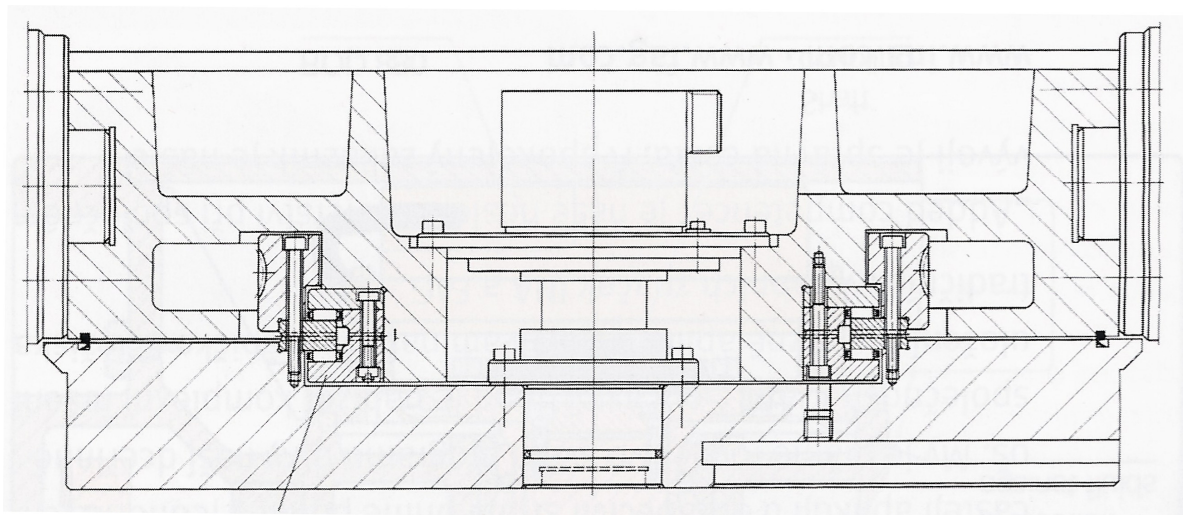
6.1.3. Odměřování

Pro přesnou kontrolu otáček a polohy stolu se používají fotoelektrické nebo elektromagnetické snímače, které jsou propojeny s CNC řídicím systémem.



6.2. Rotační stoly pro frézky a obráběcí CNC centra

Ve své podstatě jsou to velmi podobné rotační stoly jako u svislých soustruhů, akorát zde nedbáme tak na rychlost rotace jak na přesnou polohu stolu. Rotací stolu nám rozšiřuje množství použitelných os při obrábění.



Obr 18.: Rotační stůl poháněný šnekem [19]

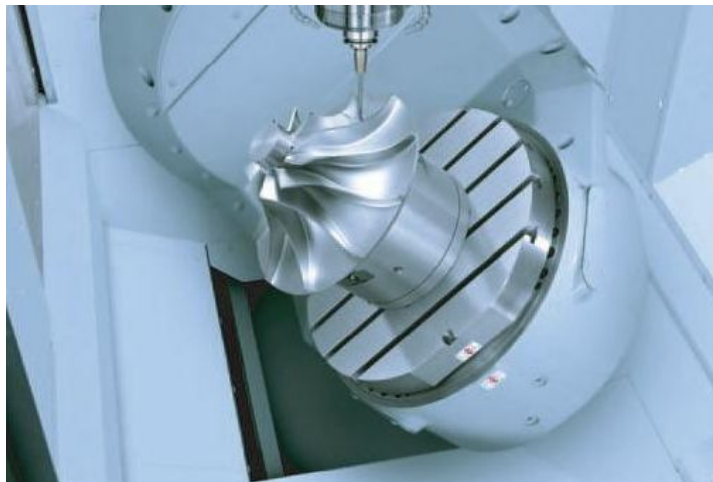
Používají se také servopohony, kde přenos na věnec stolu je často řešen pomocí pastorku s přímým ozubením nebo šneku.

V poslední době se také začínají objevovat prstencové motory. Poskytují velký kroutící moment a vysokou přesnost.

Odměřování je také obdobné. Upínání obrobku se provádí pomocí přídržek, které se připevňují v T-drážkách vyfrézované na upínací ploše stolu.

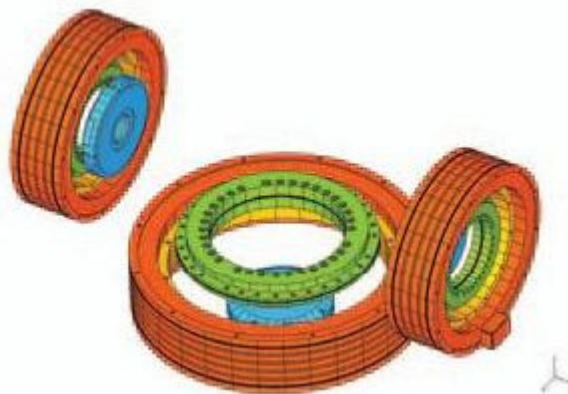
7. NÁHON NAKLÁPĚCÍCH STOLŮ

Naklápěcí stoly se často kombinují i s nakomponovaným rotačním pohonem stolu. Využívají se hlavně pro 5 – osé CNC obráběcí centra. Přidané osy jsou: rotační je c-osa, naklápěcí je A-osa.



Obr 19.: Letmo uložený rotační naklápěcí stůl [20]

Pro nedostatek místa hlavně u řešení rotačního smyslu stolu se používají prstencové motory, ale také konvenční motory pro pohon naklápění stolu šnekem.



Obr 20.: Příklad uložení prstencových motorů pro rotační naklápěcí stoly [21]

8. ZAVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo pojednat o konstrukčním řešení rotačních náhonových soustav. Jsou nedílnou součástí každého obráběcího stroje, který obrábí pomocí rotačního pohybu nástroje či obrobku. Za dobu existence rotačních náhonových soustav se výrazně zlepšila výsledná přesnost a následná schopnost přesného obrábění obrobku.

Tato práce je rozdělena na dvě základní skupiny a to pro pohon vřetene nebo pohon stolů. Snažil jsem se popsat základní možné konstrukční řešení a prakticky poukázat pomocí obrázků jejich použití v praxi.

Kombinace komponentů rotačních náhonových soustav je nezměrné množství a každý výrobce volí podle mnoholetých zkušeností s danou konstrukcí. Pokrok jde nezadržitelně kupředu a je zřejmé, že i tyto soustavy obráběcích strojů nejsou na svém konci vývoje.

Seznam použité literatury

Marek, J.; Konstrukce CNC obráběcích strojů, ISSN 1212-2572

[1] Katalog Gildemeister Drehmaschinen GmbH. Bielefeld

[2] Marek, J.; Konstrukce CNC obráběcích strojů, ISSN 1212-2572

[3] Marek, J.; Konstrukce CNC obráběcích strojů, ISSN 1212-2572

[4] Marek, J.; Konstrukce CNC obráběcích strojů, ISSN 1212-2572

[5] Marek, J.; Konstrukce CNC obráběcích strojů, ISSN 1212-2572

[6] Kolář, P.; Vřetena a jejich komponenty na EMO 2005. MM průmyslové spektrum, 2005, č. 12. ISSN 1212-2572

[7] Kolář, P.; Vřetena a jejich komponenty na EMO 2005. MM průmyslové spektrum, 2005, č. 12. ISSN 1212-2572

[8] Katalog Gildemeister Drehmaschinen GmbH. Bielefeld

[9] Kolouch, S.; Řemenové pohony pro velké výkony. MM průmyslové spectrum, 2007, č. 11. ISSN 1212-2572

[10] Boček, P.; Řídicí systém pro koordinované dynamické pohony. MM průmyslové spectrum, 2005, č. 3. ISSN 1212-2572

[11] Katalog TOS Svitavy, a.s., Svitavy

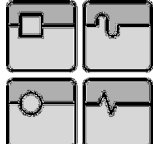
[12] Katalog Obráběcí stroje Olomouc, s.r.o., Olomouc

[13] Katalog SKF, Machine tool application references

[14] Kouřil, K., Maixner, V., Spačilová, J.; Břitové destičky s chladicí geometrií a VBD s nízkým řezným odporem, 2003, č. 5, ISSN 1212-2572

[15] Greschner, M.; Třetí generace HSC frézovacích strojů, 2007, č. 9, ISSN 1212-2572

[16] Marek, J.; Konstrukce CNC obráběcích strojů, ISSN 1212-2572

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 34
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

[17] Marek, J.; Komplexní řešení otázky obrábění, 2004, č. 9, ISSN 1212-2572

[18] Katalog Unitec engeneered bearings

[19] Marek, J.; Konstrukce CNC obráběcích strojů, ISSN 1212-2572

[20] Katalog Mori Seiki

[21] Smolík, J.; Trendy ve vývoji frézovacích center, 2004, č. 5, ISSN 1212-2572