

Návrh univerzálního 3D pohonného systému

Petr Zelený

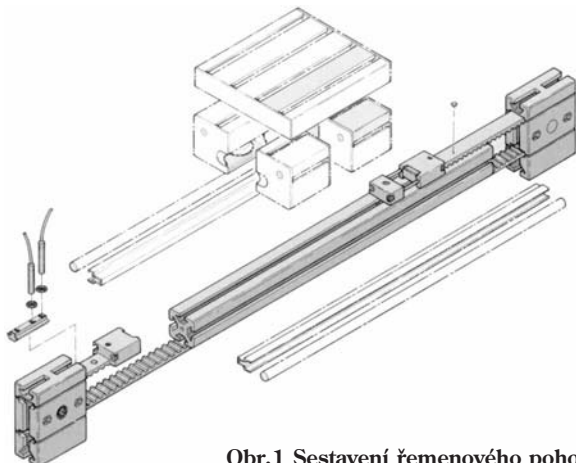
V současné době se na Katedře výrobních systémů Fakulty strojní TUL řeší projekt, který si dává za úkol navrhnout a sestavit univerzální pohonný systém pro pohyb ve třech osách. Výsledkem bude zařízení schopné ovládat frézovací vřeteno pro obrábění lehce obrobitelných materiálů, nebo řídit speciální nanášecí hlavu pro tvorbu modelů metodou Rapid Prototyping. Tato práce je podporována Výzkumným záměrem MSM 242100001.

Požadované parametry

Pro navrhované zařízení byly stanoveny následující technické parametry. Požadovaný pracovní prostor je 250 x 250 x 200 mm. Lineární rychlost pohonů až 20 m/min. Zrychlení pohonů okolo 20 m/s². Stroj by měl umožňovat gravírování a 3D frézování. Předpokládá se obrábění měkkých materiálů (umělé dřevo, popř. dural) frézou o max. průměru 12 mm. Zatížení od rezných sil se předpokládá max. 500 N.

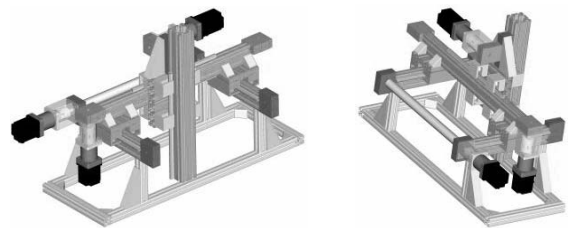
Návrh konstrukce

Na základě Přehledu lineárních pohonů vhodných pro 3D Plotting byly zvoleny pro všechny tři osy řemenové lineární pohony a pro stavbu zařízení byla vybrána konstrukce z hliníkových profilů firmy ITEM Industrietechnik und Maschinenbau G.m.b.H. od českého dodavatele firmy ULMER. Tyto prvky a díly jsou vhodné pro stavbu nejrůznějších jednoúčelových strojů a zařízení z normalizovaných dílů. Základem stavebnice jsou přesné hliníkové profily s podélnými drážkami a otvory pro upevnění spojovacích prvků a rozsáhlého příslušenství. Z jednotlivých prvků stavebnice lze sestavit i lineární řemenové pohony, jak je ukázáno na obr. 1. Koncepte systému umožňuje velkou pružnost, vysokou přesnost i pevnost. K dispozici je i programové vybavení s příslušnou knihovnou 3D prvků pro různé programy CAD. Tato knihovna byla využita pro konstrukční návrh sestavy. Z prvků z katalogu firmy ITEM byla vytvořena sestava v programu Pro/Engineer (obr. 2). Tento krok umožnil vyladit a odstranit některé chyby v konstruk-



Obr.1 Sestavení řemenového pohonu

ci a dle tohoto návrhu byly objednány jednotlivé stavební díly. V programu lze rovněž provádět jednoduchou simulaci pohybu jednotlivých os. Z této simulace je možné získat data o zrychleních jednotlivých os, nebo o dynamických silách v konstrukci. Pro ještě přesnější výsledky by bylo vhodné využít metodu konečných prvků v programu Pro/Mechanica, který je propojen s programem Pro/Engineer.



Obr.2 Návrh konstrukce v programu Pro/Engineer

Návrh a výpočet pohonů

Pro návrh pohonů bylo třeba sečíst hmotnosti jednotlivých prvků pohybujících se os. Při započtení předpokládané hmotnosti motorů a dalších přídatných prvků, které nejsou v návrhu konstrukce zobrazeny (nanášecí hlava, vřeteno, kabely atd.), byly vypočteny tyto hmotnosti: v ose Z – 15 kg, v ose X – 50 kg a v ose Y – 30 kg.

Pro samotný výpočet pohonů bylo použito programu SigmaSize, verze 2.2 od výrobce pohonů YASKAWA. Pro jednotlivé osy bylo třeba zadat požadované parametry.

Nejprve se zvolí lineární pohyb a vyplní se údaje o hmotnosti, tření, zvolí se převod mezi rotačním a lineárním pohybem (v našem případě je to 150 mm na otáčku, převod řemenic). Dále se určí velikost síly působící proti pohybu (zvolena 100 N) a nakonec účinnost stroje (90 %). V dalším okně se vyplní údaje ohledně rotačně se pohybujících se hmot, jako jsou řemenice, hřídele apod. Program sám pak přepočítá z těchto hmot moment setrvačnosti redukovaný na výstupní hřídel z mechanismu. Dále můžeme zohlednit, zda jsou rotační osy ve vertikální poloze nebo v nějaké ji-

Parameter	Parameter at Motor	%	Motor/Amplifier Specs	%
Speed	rpm			
Max	1333 rpm	5000		375
RMS Rated	371 rpm	3000		889
Torque	Nm			
Peak	2.5 Nm	3.8		152
RMS Rated	.22 Nm	1.3		591
Accel Machine	2.14 Nm			
Accel Transmission	.16 Nm			
Accel Motor	.18 Nm			
Friction	.8 Nm			
Persistent	.8 Nm			
Occasional	.3 Nm			
Gravity	.8 Nm			
Weight	kgm ²			
Linear/Rotary	0.00028 kgm ²	79		
Rotating	0.00001 kgm ²	4		
Transmission	0.00003 kgm ²	8		
Special	0.00000 kgm ²			
Motor		0.00003 kgm ²		9
Total	0.00036 kgm ²	100		
Ratio (mach to motor)	0.04	to one		
Max Accel	m/s ²			
@ machine	13.9 m/s ²			
@ Motor shaft	5817.8 rad/s ²			
Registration				
without ext regen res	0.0 Watt		0.0 Watt	
with JUSP-RAB4rewired	0.0 Watt		00 Watt	

Obr.3 Tabulka pro volbu motoru

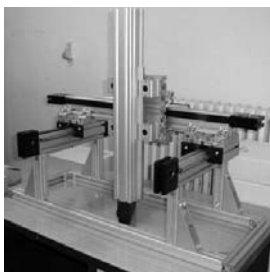
né obecné poloze, popř. zadat vývažek. Pak se zadávají parametry převodovky mezi motorem a mechanismem. Pro náš mechanismus je třeba převodu 1:10, neboť lineární pohyb je vyvozován řemeny a na vstupu jsou potřeba nízké otáčky (130 ot./min. pro posuvovou rychlost 20 m/min.). Moment setrvačnosti převodovky se získá z katalogu. Nakonec se zadávají požadované výstupní parametry jako jsou zrychlení, rychlost, velikost dráhy, za kterou se má mechanismus zastavit či rozběhnout apod. Výsledkem je tabulka (obr. 3), která ukazuje vypočítané parametry požadované na motor a umožňuje přímo porovnávat tyto hodnoty s parametry motoru, který si vybereme v katalogu motorů. Takto můžeme jednoduše zvolit nejvhodnější motor pro naše zařízení.

V našem případě pro osy X a Y nejlépe vyhovuje motor typu SGM-PH04AAE41D od firmy YASKAWA. Jedná se o jednofázový motor s výstupním výkonem 400 W a kroutícím momentem 1,27 Nm. Pro osu Z je to motor SGM-PH04AAE4CD [2]. Je to stejný typ motoru jako v předchozím případě, pouze má navíc brzdou, protože osa Z se pohybuje vertikálně a je třeba zajistit fixaci polohy.

Všechny motory lze objednat integrované s převodovkou. V našem případě se jedná o typy SG10SA-PE04AA (pro osy X a Y) a SG10SA-PE04AAC (pro osu Z s brzdou).

Montáž zařízení

Montáž zařízení spočívá v pospojování jednotlivých dílů pomocí spojovacích prvků jako jsou šrouby, tvarové spoje atd. Vše bylo objednáno a dodáno od firmy ITEM [1]. Částečně smontovaný mechanismus bez motorů je ukázán na obr. 4. Spojení motoru s mechanismem je pomocí spojky s pružným členem. Tyto spojky a další prvky potřebné pro připojení motoru byly také dodány firmou ITEM.



Obr.4 Mechanismus

Závěr

Zařízení je nyní ve fázi odlaďování a seřizování. Pro řízení os tohoto mechanismu bude využíván řídicí systém Acramatic, který je na katedře používán pro ovládání servopohonů při různých experimentálních měřeních.

V další fázi budou na sestavě prováděna měření dynamických vlastností a jejich porovnávání s navrhovanými. Na základě naměřených údajů bude mechanismus využíván pro pohon nanášecí hlavy pro RP nebo frézovacího vřetena či dalších přídatných zařízení.

Literatura

- [1] MB Building Kit System 4. Katalog prvků firmy ITEM. Item Industrietechnik und Maschinenbau, GmbH 1998.
- [2] Sigma II Servo System Product Catalog Supplement. Elektronický katalog firmy YASKAWA. February 2002,
- [3] ZELENÝ, PETR: Návrh univerzálního 3D pohonného systému II. Zpráva pro vědecko-výzkumné záměry. TU v Liberci, Katedra výrobních systémů 2002.
- [4] ZELENÝ, PETR: Návrh univerzálního 3D pohonného systému. Zpráva pro vědecko-výzkumné záměry. TU v Liberci, Katedra výrobních systémů 2001.
- [5] ZELENÝ, PETR: Přehled lineárních pohonů vhodných pro 3D plotting. Zpráva pro vědecko-výzkumné záměry, TU v Liberci, Katedra výrobních systémů 2000.

Ing. Petr Zelený

Technická Univerzita v Liberci
katedra výrobních systémů
Liberec, ČR
e-mail: petr.zeleny@rslib.cz

58