

4.3 CNC MULTIFUNKČNÍ OBRÁBĚCÍ CENTRA

S rozvojem obráběcích center se začal objevovat i pojem multifunkční obráběcí centra. Ve své podstatě jde o CNC stroje sdružující dvě základní operace třískového obrábění, a sice soustružení a frézování. Kromě tohoto atributu jde ještě o jiné vlastnosti, o kterých budeme hovořit dále.

Charakteristika a rozdělení

Podobně jako v nedávné minulosti (rok 1980) i dnes se různé operace třískového obrábění sdružují na jednom stroji s cílem:

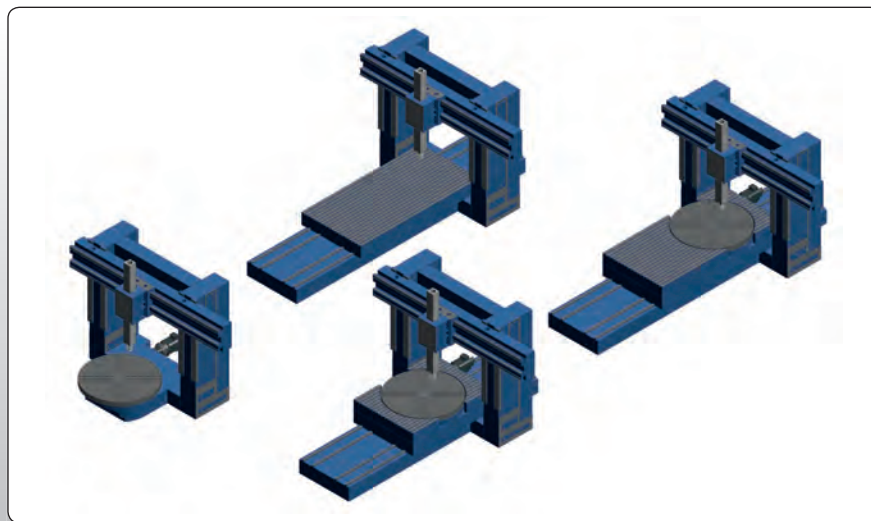
- docílit větší přesnosti obrábění – obrobit co nejvíce operací na jedno upnutí;
- komplexně opracovat obrobek bez přepínání na jiný stroj z důvodů minimalizace ztrátových časů;
- zkrátit čas obrábění a zvýšit jakost opracování;
- co nejméně zaplatit za další, mnohdy zbytečně nakupované stroje.

Dalo by se říci, že na shora uvedené požadavky postačí stroj typu obráběcího centra (kap. 4.1 a kap. 4.2). Pro obráběcí centra je charakteristické, že jedna ze dvou základních operací třískového obrábění je dominantní. Tedy např. soustružení je dominantní a frézování doplňkové, anebo naopak. Pak jsou tato obráběcí centra používána převážně pro obrábění nerotačních obrobků (někdy jsou méně správně nazývána frézovací obráběcí centra), anebo převážně pro obrábění rotačních obrobků (někdy jsou méně správně nazývána soustružnická obráběcí centra).

Pro multifunkční obráběcí centra je charakteristické, že ani jedna ze dvou základních operací třískového obrábění není z hlediska přenášení výkonu dominantní. Dnešním trendem je tyto rozdíly instalovaných výkonů pro různé operace třískového obrábění přibližovat. Kromě toho mají stroje velkou kinematickou adaptabilitu v obrobku a nástroji – tj. jsou vybavovány různými hlavami, kyvnými a posuvnými stoly (obr. 4.3.1).

Ve své morfologii mají multifunkční obráběcí centra stejný stavební rys jako obráběcí centra. Jde např. o smýkadlo, dva stojany, mezi které se umísťuje upínací deska, nebo různá provedení stolů (včetně integrovaného soustružnického stolu) – obr. 4.3.1. Případně se jedná stejně jako u soustružnických obráběcích center o charakteristické vodorovné lože se skloněnými vodicími plochami, na kterých jsou vodorovně situovány rotační osy C

Multifunkční obráběcí centra jsou konstrukčně odvozena z CNC soustružnických anebo frézovacích obráběcích center. Multifunkčním obráběcím centrem rozumíme CNC obráběcí stroj, který má:



Obr. 4.3.1: Kinematická adaptabilita multifunkčních obráběcích center [Toshulin]

a za nimi se pohybuje ve třech lineárních osách soustružnický nebo rotační nástroj.

Rozdělení multifunkčních obráběcích center ukazuje obr. 4.3.2.

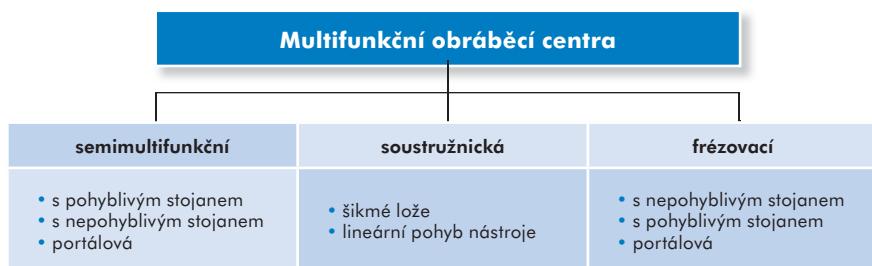
Pojem multifunkční obráběcí centrum

Zopakujeme, co rozumíme pod pojmem obráběcí centrum. Jde o stroj, který:

- umožňuje využívat různé technologické operace (vrtání, frézování, soustružení apod.);
- umožňuje automatickou výměnu nástrojů;
- umožňuje automatickou výměnu obrobků;
- umožňuje práci v automatickém cyklu, případně bezobslužném provozu;
- má prvky diagnostiky a měření;
- je vybaven prvky inteligence.

- vlastnosti obráběcího centra;
- navíc přidanou hodnotou spočívající v tom, že různé druhy třískového obrábění mají oproti obráběcímu centru pro různé operace třískového obrábění přibližné velikosti instalovaných výkonů (případně krouticího momentu);
- velkou kinematickou adaptabilitu v obrobku a nástroji;
- výrobcem umožněno v co největší možné míře obrábět různé tvary obrobků na jedno upnutí a na jednom stroji (např. soustružení a frézování skříní, smýkadel apod.);

U některých výrobců je možné pozorovat konstrukce, které jsou napůl mezi obráběcími centry a multifunkčními obráběcími centry. Do jejich pohybových os je vložen



Obr. 4.3.2: Rozdělení multifunkčních obráběcích center

soustružnický stůl (frézovací stroje) anebo frézovací vřeteno (soustružnické stroje), ale technicky využitelné instalované parametry (výkon, moment) jsou výrazněji rozdílné. Takovéto stroje nazýváme semimultifunkční obráběcí centra.

Historie multifunkčních obráběcích center

Kovosvitští první na světě

V roce 1973 byly zahájeny práce na státním úkolu, pro který byla uvolněna jedna miliarda korun – vývoj obráběcích strojů 3. vývojového stupně. V září tohoto roku byla v TOS Trenčín soustředěna skupina osmi konstruktérů (po dvou z VÚOSO Praha, ZPS Gottwaldov, TOS Trenčín a Kovosvitu Sezimovo Ústí) pod vedením VÚOSO. Úkol zněl vypracovat během čtyř měsíců, tj. do konce roku 1973, projekční návrhy strojů třetího vývojového stupně pro obrábění přírubových, hřídelových a tyčových součástí. Tento úkol nebyl dostatečně připraven a ani konstruktéři, kteří na tomto úkolu pracovali, nebyli náležitě seznámeni s jeho cíli. Po mnoha kontrolních dnech, kterých se zúčastňovalo velké množství lidí, byl v požadovaném termínu zpracován návrh jednotlivých strojů. Bylo provedeno rozdělení výroby do jednotlivých podniků, a to následovně:

- v ZPS Gottwaldov výroba dvou prototypů přírubových strojů;
- v TOS Trenčín výroba dvou prototypů hřídelových strojů;
- v Kovosvitu Sezimovo Ústí výroba jednoho prototypu hřídelového stroje a jednoho prototypu univerzálního provedení.

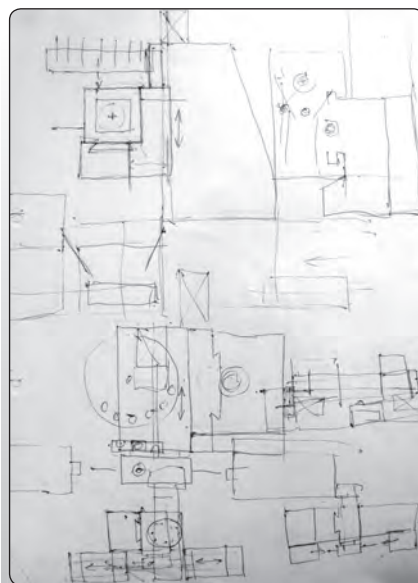
Výroba tyčového provedení stroje byla pokládána za nejobtížnější. Mezi jednotlivé podniky byla rovněž rozdělena výroba skupin strojů, aby byla zajištěna společně pro všechny prototypy. V roce 1974 a 1975 probíhal vývoj jednotlivých strojů. Současně probíhalo jednání o nasazení strojů do pružných výrobních systémů (PVS). V ZPS Gottwaldov měl být vybudován PVS pro obrábění přírub, v TOS Trenčín PVS pro obrábění hřídelů, v Kovosvitu PVS pro obrábění z tyčí. Před zahájením studijních prací byl generálním ředitelem trasy TST dán Kovosvitu příkaz, aby bylo pro PVS obrábění z tyčí použito strojů 3. vývojového stupně.

V Kovosvitu byla v několika variantách zpracována studie na realizaci tohoto úkolu s použitím právě těchto strojů. Ze studie byla vybrána varianta tvořená trojicí strojů propojených manipulátorem. Na dvou krajních strojích probíhalo obrábění z tyče z první strany a po uchycení přenášečem upínačem a upíchnutí byla součást manipulátorem přenesena do středního stroje, kde pokračovalo dokončování druhé strany. Poté byla opět součást přenesena manipulátorem do odkládací stanice, kde byla odložena. PVS byl sestaven ze dvou takovýchto trojic. Ukázalo se však, že tento způsob výroby a přenosu součástí má řadu úskalí, že bude těžké jej uvést do provozu a že nebude řešením pro opakovanou výrobu.

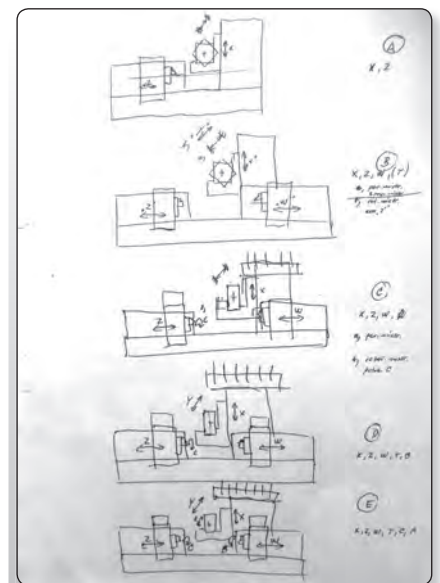
V ZPS Gottwaldov a TOS Trenčín byl úkol postavit PVS ze strojů 3. vývojového stupně zrušen a změněn na postavení pouze jednoho stroje jako pracoviště. Nezajištění žádného PVS znamenalo, že prostředky uvolněné ze státního rozpočtu na vývoj budou vynaloženy bez patřičného efektu, nebo se bude pokračovat v dalším dodělávání a předělávání "strojů a čerpání dalších značných prostředků bez výrazného úspěchu. Na jedné z podnikových konferencí v r. 1977 načrtl „bařovec“ Ladislav Borkovec tehdejšímu technickému náměstkovi na kus papíru (obr. 4.3.3) myšlenku odlišného řešení stroje podle svých

představ. Technický náměstek návrh komentoval slovy, že takové řešení je neuskutečnitelné, že má Ladislav Borkovec velkou fantazii. Přesto o tomto novém způsobu řešení stroje Ladislav Borkovec dále přemýšlel a ideově ho načrtl. VÚOSO poté přišlo s požadavkem, aby se zahájily studijní práce na novém státním úkolu. Během svého lázeňského léčení po operaci v říjnu 1977 v Karlových Varech Ladislav Borkovec neustále přemýšlel o novém řešení stroje a vytvářel stavebnici, kterou by se pokryla většina technologických operací na jednom stroji (obr. 4.3.4).

Po návratu z lázní byl překvapen návrhem, který předložil tehdejší technický náměstek. Vedoucím konstrukčního vývoje VÚOSO Praha byl Ladislav Borkovec přesvědčován, aby pracoval na návrhu předloženém technickým náměstkem. Protože toto řešení nepovažoval za takové, které by řešilo požadavky na PVS a vykazovalo pokrokovost vývoje, odmítl tuto spolupráci. Jelikož nebylo pro jeho návrh a myšlenku nového stroje pochopení, pracoval doma po večerech a o víkendech na podrobnějším funkčním propracování jednotlivých skupin stroje (obr. 4.3.5) a současně zhotovoval ze dřeva názorný model v měřítku 1:10 se všemi funkčními vlastnostmi (obr. 4.3.6). Přitom vypracoval univerzální integrovanou stavebnici, demonstrovanou i na modelu, která umožňovala splnit ře-

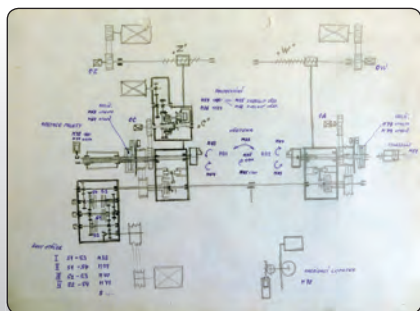


Obr. 4.3.3: První náčrtek nového řešení státního úkolu [Borkovec]

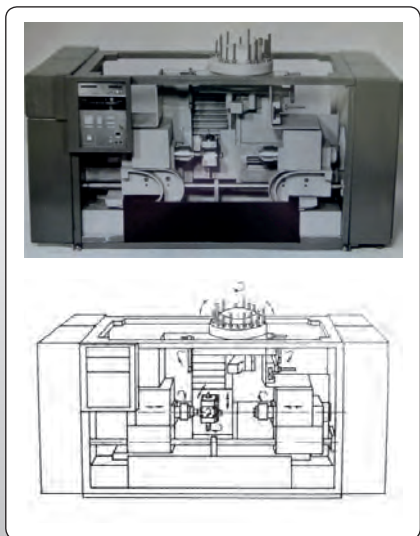


Obr. 4.3.4: Rozpracování stavebnice nového řešení stroje MCSY [Borkovec]

4.3 CNC MULTIFUNKČNÍ OBRÁBECÍ CENTRA



Obr. 4.3.5: Funkční zpracování pohybových skupin stroje MCSY [Borkovec]



Obr. 4.3.6: Dřevěný model stroje MCSY a schéma jeho kinematiky [Borkovec]

šení stroje pro PVS tyče v Kovosvitu a která zajišťovala sestavení stroje pro přírubové, hřídelové, ale i skříňové součásti a tím pomohla splnit státní úkoly řešené v dalších podnicích trastru TST.

Po dokončení svého modelu jej Ladislav Borkovec předvedl pracovníkům racionalizace, vedoucímu konstrukčního rozvoje a vedoucímu vývoje a seznámil je s možnostmi stavebnice a pracovními možnostmi. Vedoucímu vývoje se model líbil a splňoval jeho představy. Následovala prohlídka modelu pracovníky Kovosvitu a po podání zlepšovacího návrhu na řešení strojů, pomocí nichž by se splnily požadavky na stroje pro pružné výrobní systémy a které by zajistily opakovanou výrobu PVS, bylo v podniku prosazeno porovnání obou variant. Jednalo se o variantu technického námětku a variantu návrhu podle podaného zlepšo-

vacího návrhu. Bylo provedeno technicko-ekonomické hodnocení a výběr varianty.

Řešení Ladislava Borkovce vyhrálo, úkol byl však nově specifikován. Kvůli urychlení realizace vývoje a uspíšení výroby funkčního vzorku ve velmi krátkém termínu Ladislav Borkovec vyhotovil a předal podle podrobného rozměrového modelu a funkcí skupin pracovníkům řešícím jednotlivé uzly rozměrové náčrty s rozměry a popisem činnosti. Podklady předal i pro řešení zásobníku nástrojů, které bylo zadáno do VÚOSO Praha. Tím umožnil zahájit práce na vývoji hned od začátku více pracovníky. I když zhotovení modelu ani práci na konstrukčním zpracování nikdo po Ladislavu Borkovcovi nepožadoval, právě to umožnilo návrh realizovat, neboť bez předvedení modelu by se realizace neprosadila, a po zpracování studií a návrhů se značně urychlila další práce na vývoji.

Uložené termíny vývoje byly plněny i přes různé další překážky související s finančním ohodnocením Ladislava Borkovce. Na konstrukční řešení některých prvků stroje bylo pracovníkům uděleno nebo bylo využito dvacet autorských osvědčení, průmyslový vzor a řada ocenění na výstavách a soutěžích, což svědčí o novosti a originalitě celého řešení.

Po vydání funkčního vzorku MCSY 50A do výroby (obr. 4.3.7) bylo navrženo nevyrábět dvě trojice strojů pro PVS a rozhodnuto postavit v PVS jen jednu trojici a zařadit tam dva stroje SPT 16 N-A a funkční vzorek MCSY 50 A. Výroba jedné trojice byla zastavena.

Po úspěšném odzkoušení funkčního vzorku MCSY 50 A a neuspokojivých výsledcích a potížích při oživování a zkouškách trojice strojů bylo v r. 1983 rozhodnuto nepokračovat dále ve stavbě a zkouškách se stroji 3. vývojového stupně. Další práce by znamenaly další značné náklady na předělávky a nakonec i nesplnění státního úkolu a nezajištění opakované výroby. Stroje 3. vývojového stupně byly demontovány a předány Západočeské univerzitě v Plzni ke studijním účelům.

PVS byl nově osazen stroji MCSY 50A a MCSY80A, navrženými ve stavebnici obráběcích center pro řešení PVS, a koncem roku 1984 po závěrečném řízení uveden do provozu. Tím byl splněn i státní úkol a nastaveny předpoklady pro opakovanou výrobu PVS i u dalších zákazníků. Za

konstrukci strojů MCSY 50A a 80A byla navržena cílová odměna, která však pracovníkům nebyla vyplacena. Stále ale nebyl vhodný číslicový řídicí systém, který by pokryl všechny možnosti stroje. Určité řešení se však našlo. Poprvé bylo obráběcí centrum MCSY 80A představeno v roce 1983 na výstavě EMO v Paříži, kde nové řešení stroje zaujalo pozornost návštěvníků. Stroj umožňoval sestavení několika variant – tab. 4.3.1

Po vyrobení 45 strojů MCSY (obr. 4.3.8) byla výroba z ekonomických důvodů a z důvodu nedostupnosti kvalitní řídicí elektroniky zastavena. Přestože Kovosvit předběhl dosavadní vývoj, nedokázal jej dotáhnout do konce. Stal se však alespoň inspirací pro cizí firmy. Špičkoví světoví výrobci ve vývoji pokračovali a nyní prezentují takovéto stroje jako novou cestu k metodám obrábění jednadvacátého století. Po pětadvaceti letech se Kovosvit MAS vrátil k myšlence vzniku stroje MCSY a na podkladě nových možností a prvků sestrojil multifunkční obráběcí



Hlavní technické údaje strojů MCSY

Max. soustruž. Ø z tyče	mm	50
Max. soustruž. Ø přírub	mm	250
Max. soustruž. Ø hřídelí	mm	200
Max. délka z tyče	mm	120
Max. délka přírub	mm	160
Max. délka hřídelí	mm	630
Max. rozměr skříňové součásti	mm	200 x 200 x 200
Otáčky hlavního vřetena	ot.min ⁻¹	71–4 000
Max. výkon hlavního motoru	kW	25
Polohování vřetena		plynule 360°
Rychloposuv	m.min ⁻¹	10
Zdvih v ose Z, W	mm	750
Zdvih v ose X	mm	650
Zdvih v ose Y	mm	250
Počet nástrojů		18

Zásobník nástrojů

Počet poloh		24
Kužel nástrojů		ISO 50
Otáčky nástrojového vřetena	ot.min ⁻¹	45–2 500
Max. výkon nástr. motoru	kW	6

Obr. 4.3.7: Funkční vzorek MCSY 50 a jeho technické parametry [Kovosvit MAS]