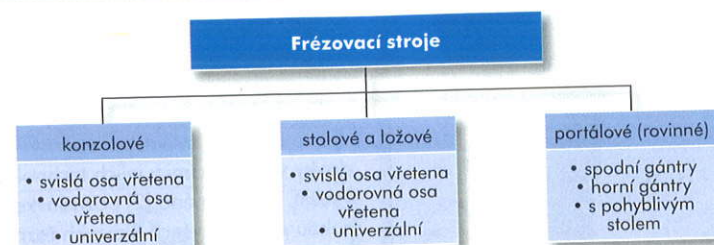


9. CNC frézovací stroje

Frézovací stroje patří mezi nejrozšířenější a nejvýkonnější obráběcí stroje. Jsou určeny pro obrábění nejčastěji ploch rovinných, ale i rovných a zakřivených drážek, závitů, zubů ozubených kol apod.



Obr. 9.1. Rozdělení frézovacích strojů

Princip frézování je založen na využití mnohobřitého nástroje, přičemž jednotlivé břity (zuby) vcházejí při obrábění do záběru postupně a opět ze záběru vycházejí. Z toho vyplývá neustálá cyklická proměnnost výsledné řezné síly nebo momentu na nástroji [2].

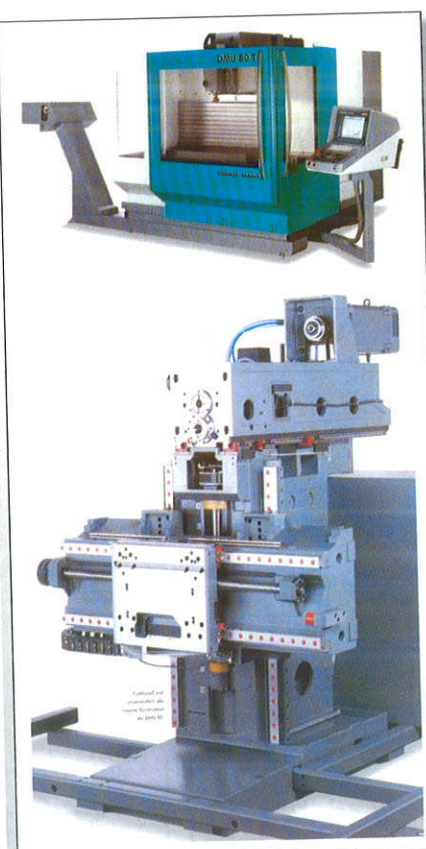
Podle orientace polohy nástroje vůči obrobku je využíváno frézování obvodové a frézování čelní, podle orientace hlavních pohybů (rotační řezný pohyb a posuvový pohyb) je využíván princip protisměrného nebo souměrného frézování. Z analýzy obou principů frézování (sousemřného a protisměrného) vyplývají některé poznatky, jako např.:

- sousemřné frézování vyžaduje tuhý, bezvůlový pohon posuvů;
- upnutí obrobku může být u sousemřného frézování provedeno menší upínací silou;
- kvalita obrobku je vyšší rovněž u sousemřného frézování;
- potřebný příkon u sousemřného frézování je nižší;
- není vhodné využívat sousemřné frézování v případech, kdy nástroj vstupuje do nepředpracovaného povrchu obrobku (možnost poškození břitu zuby).

Podobně lze charakterizovat vlastnosti protisměrného frézování. Důležitým poznatkem je dále to, že u čelního frézování se prakticky vždy uplatňují oba principy, tj. v jedné části frézované plochy sousemřné a v druhé protisměrné frézování.

Dalším důležitým poznatkem z analýzy principu frézování je cyklická proměnlivá velikost řezné síly. Tento poznatek potvrzuje oprávněnost požadavků na vysokou statickou a dynamickou tuhost všech částí rámu a pohonů frézovacích strojů [2].

Frézovací stroje umožňují kromě frézování i další operace třískového obrábění (vrtá-



Obr. 9.2. Pohybové skupiny konzolové frézky DMU 80 T [DMG]

ní, řezání závitů) a mohou být doplněny zásobníkem nástrojů a palet s jejich automatickou výměnou. Z tohoto pohledu se pak obdobně, jak bylo uvedeno, jedná o obráběcí centrum. I když dochází ke stírání těchto zřetelných hranic mezi druhy strojů, je koncepce frézovacích strojů natolik specifická, že je takto nazýváme dále.

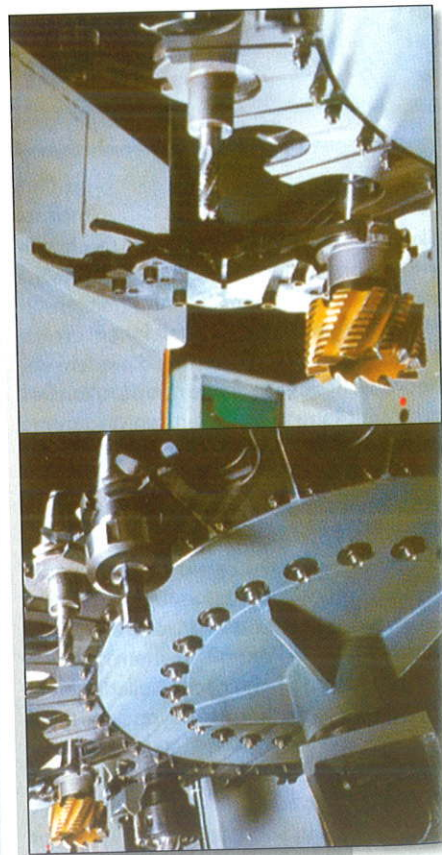
Podle konstrukční koncepce a druhu frézovacích operací se frézovací stroje (obr.

9.1) dělí na frézky konzolové, stolové, ložové a rovinné.

Příklady z praxe

Frézky konzolové jsou charakteristické svojí výškově přestavitelnou konzolou (malým příčnickem), která se posouvá po vedení stojanu (obr. 9.2). Na tuto konzolu může být upínán obrobek nebo přídatný stůl. Přídatný stůl je pevný univerzální (ručně řízený) a CNC řízený.

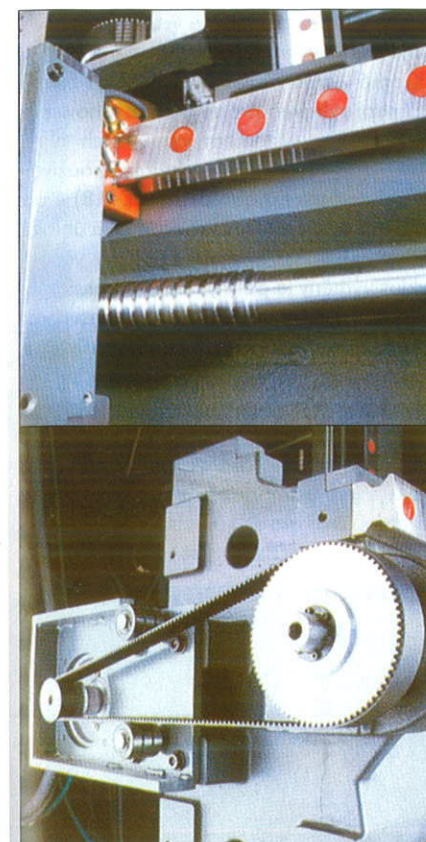
Výměna nástrojů (obr. 9.3) je realizována např. způsobem Pick-Up nebo pomocí skladovacího zásobníku. Pro pohon je



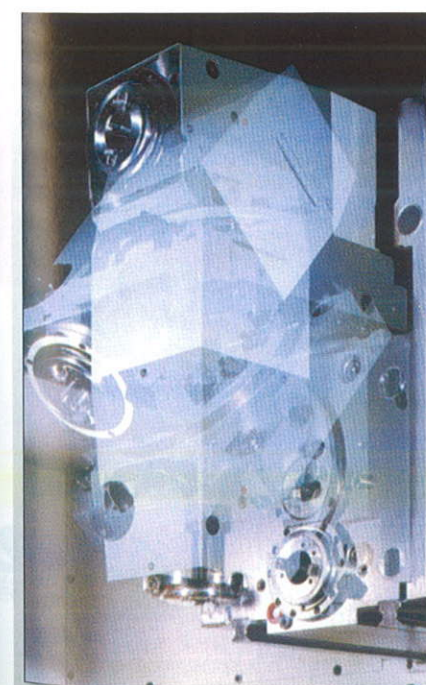
Obr. 9.3. Výměna nástrojů DMU 80 T [DMG]

použito valivé profilové vedení a kuličkový šroub s řemenovým náhonem (obr. 9.4). Na vodorovně vysouvajícím se smykadle je upevněna horizontálně vertikální vřetenová hlava zajišťující různé polohy obrábění (obr. 9.5). Stroj je možné vybavit diagnostickými prvky, jako je kontrola nástroje a obrobku apod.

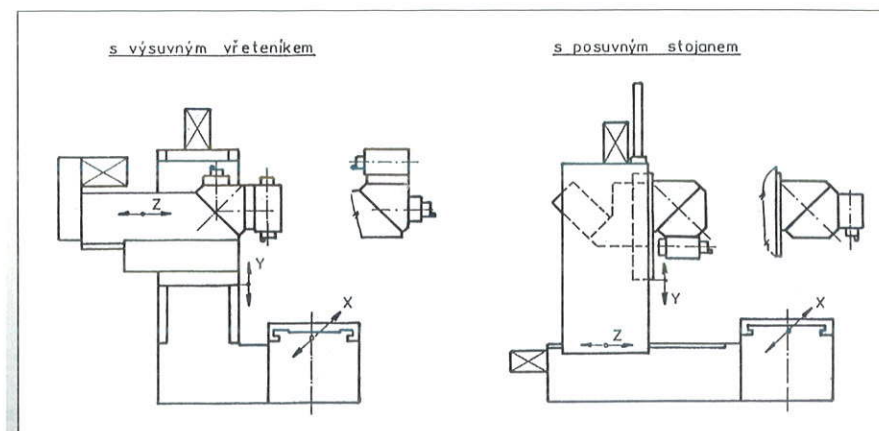
Stolové frézky jsou novějším typem frézovacích strojů, nahrazujícím v určité oblas-



Obr. 9.4. Vedení a náhon DMU 80 T [DMG]



Obr. 9.5. Vertikálně horizontální vřetenová hlava DMU 80 T [DMG]



Obr. 9.6. Přehled možných koncepcí stolových fréz s jedním pohybem v obrobku [2]

ti dříve používané konzolové frézky. Jejich hlavní výhodou je neměnná výška upínací plochy stolu. Svislý pohyb vykonává vřeteník. Jsou podstatně tužší, s vyšší pracovní přesností.

Nejčastěji využívané typové varianty stolových fréz jsou uvedeny na obr. 9.6. V této základní koncepční variantě se na loži pohybuje podélně pracovní stůl. Svislý posuvový pohyb pak vykonává ve vedení stojanu uložený vřeteník s vodorovnou či svislou polohou osy vřetena.

Snahy po zvyšování základních užitných parametrů stolových fréz, zejména výkonnosti a kvality obrábění, motivují vývoj nových koncepcí, kde se opouští tradiční koncepce s křížovým stolem a obrobek je posouván pouze v jedné, podélné souřadnici (X). Dále je zde ve většině případů aplikován vřeteník s otočnou hlavou (jedno- nebo dvouvřetenovou), která umožňuje nastavení polohy vřetena do vodorovné nebo svislé polohy v automatickém cyklu [2].

Na první pohled je zřejmé, že koncepce se velmi blíží koncepčnímu řešení křížových vyvrtávacích strojů – proto také někteří výrobci pro tyto stroje volí název „Vyvrtávací a frézovací stroj“. Základním koncepčním znakem těchto strojů je, že tři základní posuvné souřadnice dvojice obrobek – nástroj jsou rozděleny takto:

- obrobek – posuv v podélné souřadnici X;
- nástroj – posuv v příčné a svislé souřadnici Y, Z.

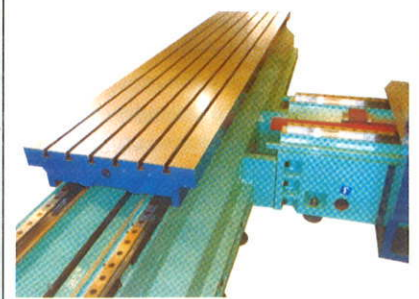
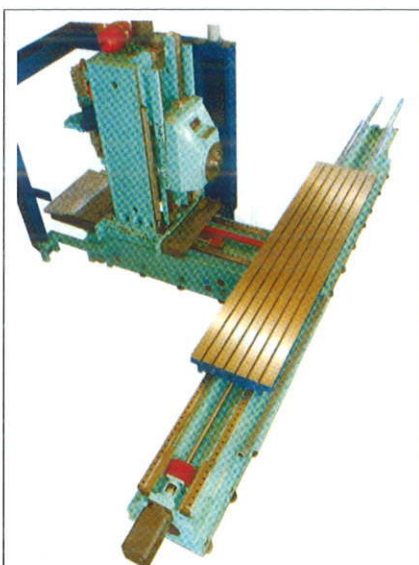
Dále se zde vyskytují ještě další modifikace v realizaci příčného posuvu ve dvou variantách, kdy příčný posuv vykonává celý stojan s vřeteníkem svisle posuvným po vedení

stojanu nebo příčný posuv vykonává pouze smykadlový vřeteník, který je rovněž posuvný ve svislém směru po vedení stojanu.

Uvedené koncepce stolových fréz přinášejí některé významné výhody. Jednak je vypuštěním křížových saní pro posuvy obrobku dosaženo vysoké tuhosti stroje a jednak jsou na těchto strojích rozšířené technologické možnosti vzhledem k možnostem obrábět vodorovným i svislým vřetenem. Výhodnější řešení pracovního prostoru stroje dává předpoklady pro zařazení do automatizovaných výrobních soustav s ohledem na dobré možnosti v automatizaci výměny obrobku (konstantní výška stolu) i v automatizaci odvodu třísek z pracovního prostoru či možnost výhodné aplikace průmyslových robotů a manipulatorů při budování pružných technologických pracovišť [2].

Konstrukční řešení jednotlivých uzlů stolových fréz se vyznačuje snahou po docílení maximální tuhosti, což je oprávněně motivováno specifickým charakterem frézovacích operací. Vodicí plochy jsou řešeny na principu dvojitého, plochého, uzavřeného vedení, s ohledem na směry a velikosti vnějších zatížení. S ohledem na relativně vysoké hodnoty zatížení ve všech směrech jsou vodicí plochy bohatě dimenzovány a řešeny zpravidla na principu kalených delších vodicích ploch s protiplochou vytvořenou obložením litinového stolu umělou hmotou (nejčastěji Turciit). Docílí se tím dobré dynamické vlastnosti stroje, neboť kluzné vedení s obloženou plochou posuvového stolu umělou hmotou má velmi dobré tlumicí vlastnosti (obr. 9.7). Jinou možností je užití profilového valivého vedení pro vyšší rychlosti posuvu (nad 15 m.min⁻¹).

9. CNC frézovací stroje



Obr. 9.7. Vodicí plochy stolové frézky T10 [Sachman]

Pohony vřeten mají tendenci ke stále vyšším parametrům, zejména výkonu a rozsahu otáček (zejména požadavky na horní mez n_{max} neustále stoupají). Pro pohon se využívají vhodné AC regulační elektromotory ve spojení s jednoduchou, dvou- až čtyřstupňovou převodovkou s automatickým řazením. Uložení pracovních vřeten se řeší opět s preferencí požadavku na maximální tuhost. Vřetena jsou bohatě dimenzována a uložena ve dvouřadých válečkových ložiskách typu NN 30 K, s možností radiálního vymezení vůle a předepnutí. Osově síly za-

chycují axiální kuličková ložiska. Ložiska vřetenová jsou mazána tukem. Vřeteno je dále vybaveno automatickým upínáním nástrojů, kdy stálou upínací sílu vyvozuje sloupec talířových pružin a uvolnění se provádí hydraulickým válcem na zadní straně vřetena [2].

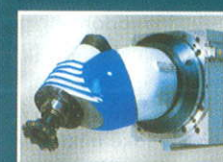
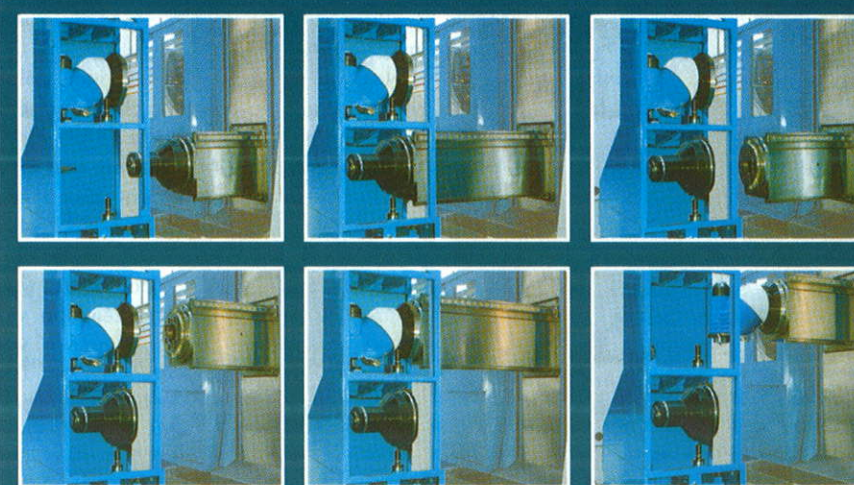
Moderní koncepce stolových frézek určené pro automatický provoz jsou dále vybaveny elektricky blokováním krytovaním pracovního prostoru – kryty musí být během řezného procesu uzavřeny. Dále je u těchto strojů věnována zvýšená pozornost odvodu třísek využíváním intenzivního oplachování a zabudováním vhodných vynášecích dopravníků třísek pro plynulý odvod vznikajících třísek z pracovního prostoru. Stroj je vybaven zařízením pro vnitřní chlazení nástrojů, což je nutné zejména při použití některých výkonných technologií obrábění,

jako např. při vrtání zplna vrtáky s výměnitelnými plátkami z tvrdokovu [2].

Kromě výměny nástrojů může být frézovací stroj vybaven pro zvýšení technologické variability systémem výměnných hlav. Hlavy jsou různé podle aktuální používané technologie na obrobku (obr. 9.8) – od CNC stavění souřadnic až po pevné úhlové hodnoty, kde jsou využity Hirthovy vence. Cyklus výměny je patrný taktéž z obr. 9.8.

CNC stolová frézka BK je modulární stroj (obr. 9.9), díky němuž lze použitím různých pracovních prostorů a vřetenových frézovacích hlav docílit požadavků na obrábění složitějších dílů.

Je docíleno až 6 řízených os. Konstrukce stroje je jednostojanová s rotačním stolem. Všechny části rámu jsou zhotoveny z šedé litiny, čímž je docíleno vysoké stability a vý-



Automatic Head
5x5" (2,5" x 2,5" / 0,001" x 0,001") /
30(37)kW / 3.000 (4.000-5.000)rpm



Orthogonal Head 1"x1" (1"x0,001") /
30(37)kW / 4.000 (6.000)rpm



Fixed Boring Head 30/37kW /
3.000 (4.000, 5.000)rpm



Electrospindle adapted to an
Automatic Head, 4,5 to 21kW,
20.000 to 30.000rpm



Orthogonal Head 0,001"x0,001"
(4" and 5" axis) / 34kW / 18.000rpm



Fixed head with automatic rotary
head and manual tool changer

Obr. 9.8. Druhy výměnných vřetenových hlav včetně cyklu výměny u strojů FS [Soraluce]



Zimmermann

B O K Ö

Existuje stavební forma,
jejíž přednosti
není nutné vysvětlovat

Kompletní program pro
výrobu nástrojů, forem a
modelů
Náše výrobní spektrum
je ve své šíři jedinečné a
umožňuje volbu
optimálního a ekonomicky
výhodného typu stroje
pro každou oblast použití.

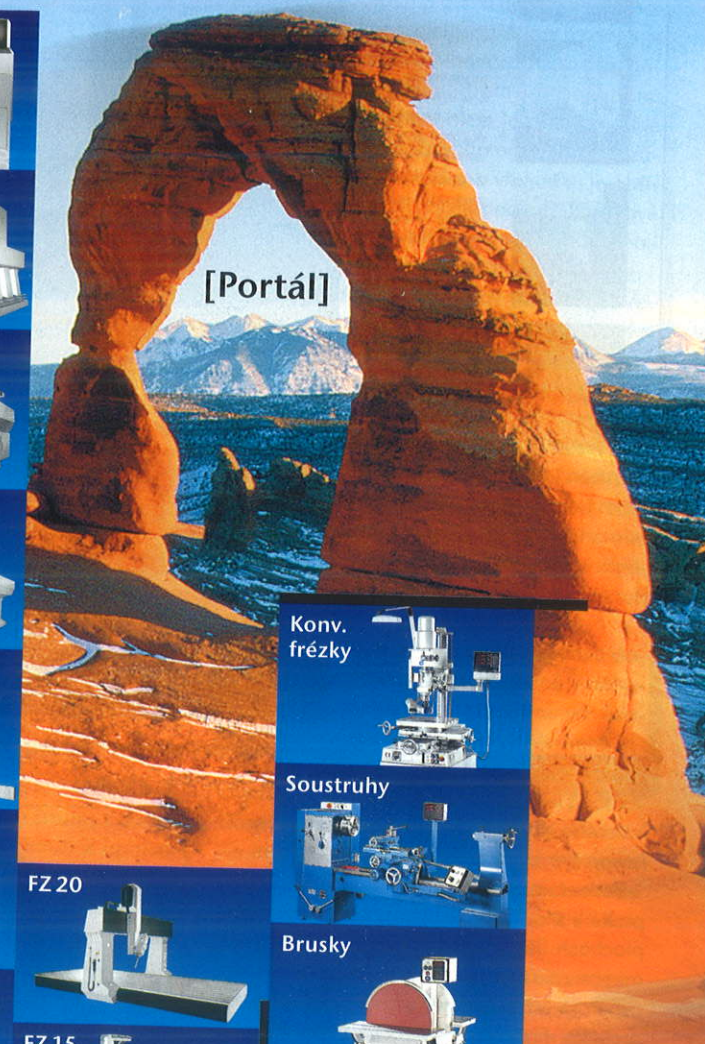
F. Zimmermann GmbH
Goethestraße 23–27
73770 Denkendorf
Tel. +49 7 11 93 49 35-0
www.f-zimmermann.com



SK Technik, spol. s r.o.
Merhautova 20
CZ-61300 Brno
Tel. +420 545 429 511
www.sktechnik.cz



Industrieberatung
Kirstein AG
Besmerstraße 15
CH-8280 Kreuzlingen
Tel. +41 71 688 4507



[Portál]



High Performance
Milling Technology



Styrofoam
Milling Technology



Model and Mould
Making Machines