

6.1. Druhy frézek

- Konzolové frézky
- Stolové frézky
- Rovinné frézky
- Speciální frézky

6.2. Druhy fréz

Podle umístění zubů

- válcové
- čelní
- válcové čelní

Podle nástrojového materiálu zubů

- z rychlořezné oceli
- slinutých karbidů
- cermetů
- řezné keramiky
- KNB
- PKD

Podle provedení zubů

- s frézovanými zuby
- s podsoustruženými zuby

Podle směru zubů

- s přímými zuby
- se zuby ve šroubovici

Podle počtu zubů

- jemnozubé
- polohrubozubé
- hrubozubé

Podle konstrukčního uspořádání

- celistvé
- s vloženými zuby
- s VBD

Podle geometrického tvaru funkční části

- válcové
- kotoučové
- úhlové
- drážkovací
- rádiusové
- na výrobu ozubení

Podle způsobu upnutí

- nástrčné
- stopkové

Podle smyslu otáčení

- pravořezné
- levořezné

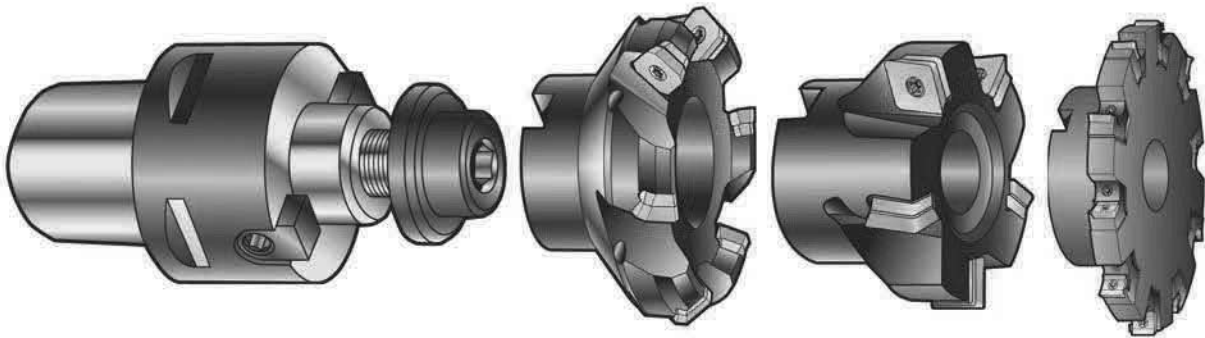
6.3. Upínání fréz

Frézovací trny

Pro upínání nástrčných fréz se používají frézovací trny. Upínací kužel frézovacích trnů a pracovního vřetena může být buď metrický s kuželovitostí 1:20, nebo Morse 1:19 až 20, nebo strmý 1:3,5. Metrický a Morse kužel jsou samosvorné a mohou přenést krouticí moment z vřetena na frézovací trn. Aby přenos krouticího momentu byl dokonalý, má konec vřetena obdélníkové vybrání, do něhož zapadá zploštělý nákržek na konci frézovacího trnu. Strmý kužel pouze středí trn v pracovním vřetenu, krouticí moment se přenáší dvěma kameny upevněnými na čele vřetena, které zapadají do vybrání na nákržku frézovacího trnu. Poloha frézy na dlouhém trnu se zajišťuje volně navlečenými rozpěrnými kroužky. Kromě rozpěrných kroužků je na trnu vodící pouzdro, které je součástí posuvného podpěrného ložiska, umístěného na výsuvném rameni vodorovné frézky. Pouzdro je ustaveno v poloze, kde bude trn ložiskem podepřen. Aby upnutí nástrojů na trnech bylo co nejtužší, upínají se frézy co nejblíže k vřetenu a výsuvné rameno se přisune k fréze tak blízko, jak je to jen možné.

Krátké upínací trny

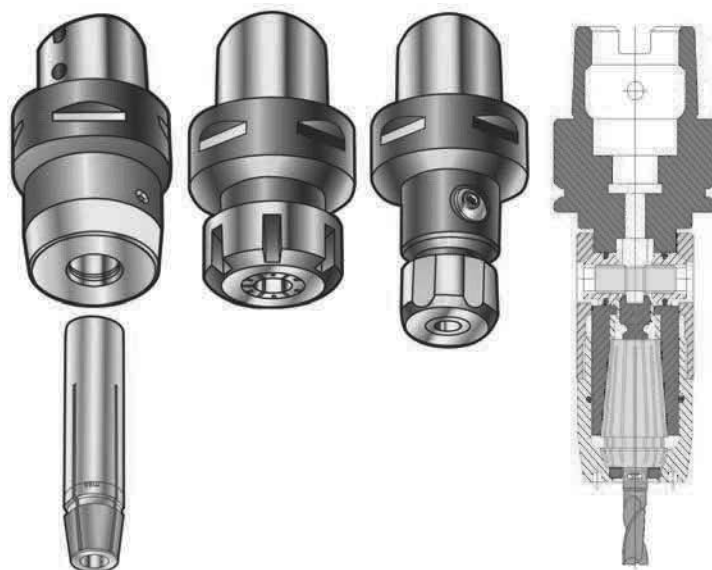
Čelní nástrčné frézy a frézovací hlavy s vyměnitelnými břitovými destičkami se nejčastěji upínají na krátké upínací trny (obr 6.1). Tyto trny jsou pak různými systémy spojeny se základním držákem, který je pomocí své kuželové stopky letmo upnutý ve vřeteně obráběcího stroje. Některé krátké upínací trny mají vlastní kuželovou stopku pro letmé upnutí ve vřeteně frézky. Frézy a frézovací hlavy menších průměru jsou často vybaveny šroubovým dřikem pro upnutí v prodlužovacích nástavcích, které mohou mít zabudované tlumiče vlastních kmitů. Tato konstrukce upínání fréz s vyměnitelnými břitovými destičkami je často používána v výrobě zápustek a forem, kde je třeba frézovat hluboké dutiny a vybrání.



Obr. 6.1

Kleštiny

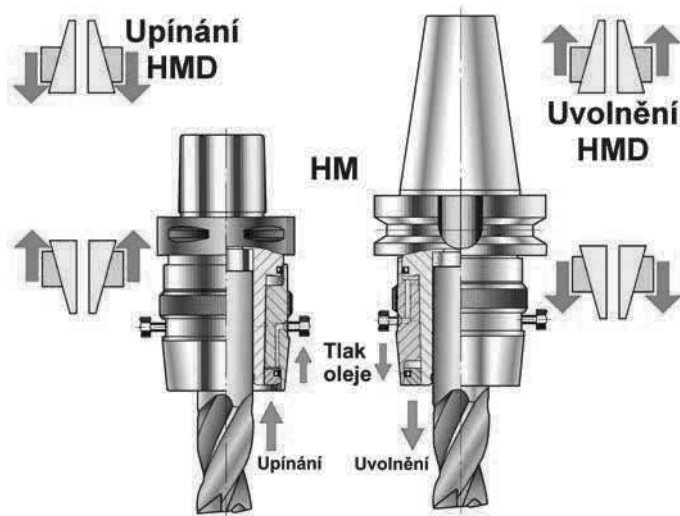
Frézy s kuželovou stopkou se upínají do kužele vřetena přímo, nebo pomocí redukčních pouzder. Redukční pouzdro se použije také tehdy, neshoduje-li se typ kužele frézovacího trnu s typem kužele vřetena. Frézy s válcovou stopkou se upínají do vřetena frézky při použití sklíčidla s upínacím pouzdem, nebo do různých druhů kleštín (obr. 6.2). Sklíčidla a kleštiny mají kuželovou stopku (pro upnutí ve vřeteně), nebo jsou pomocí různých systémů spojeny se základním držákem s kuželovou stopkou.



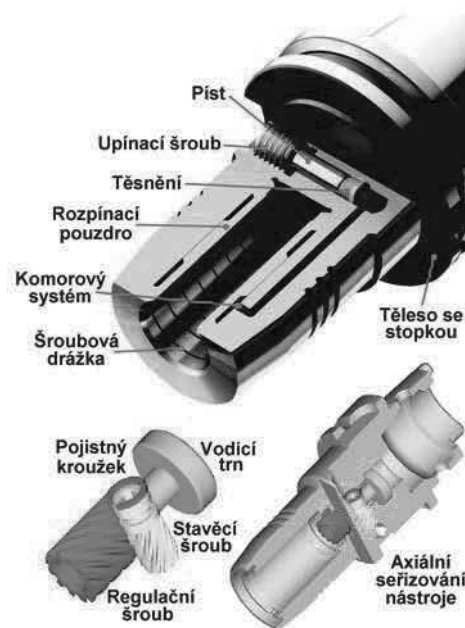
Obr. 6.2

Hydraulické upínače *CoroGrip* firmy Sandvik Coromant (obr. 6.3) pracují na hydromechanickém principu, kdy je tlaková kapalina používána pouze na posuv upínacího pouzdra (při upínání i uvolňování nástroje), jinak je celý mechanismus samosvorný a po upnutí nástroje v něm nezůstává žádný tlak. U staršího provedení HM se upínací pouzdro při upínání posouvá nahoru a při uvolňování dolů, u novějšího provedení HMD (Heavy Duty) je tomu v obou případech naopak. Povedení HMD má robustnější upínací pouzdro (jeho průměr je v závislosti na velikosti upínače větší o 2 až 5 mm) a mnohem vyšší tuhost při ohybovém namáhání radiální silou, působící na konci upnutého nástroje. Vzhledem k tomu, že délka neupnuté části stopky na ústí upínací díry je oproti systému HM o 50% kratší, zajišťují upínače HMD též pevnější upnutí nástroje.

Hydraulické upínače *TENDO* firmy Schunk (obr. 6.4) pracují na principu deformace vnitřní stěny upínací díry, na kterou působí hydraulický tlak kapaliny, vyvozený posuvem pístu a ručně ovládaného upínacího šroubu. Pro zachycení oleje a nečistot, vytlačených ze stykových ploch je na upínací válcové ploše vytvořena šroubová drážka (zvyšuje se tím pevnost a spolehlivost upnutí). Upínače zaručují opakovatelnou přesnost vystředění upínaného nástroje (obvodové házení $\leq 3 \mu\text{m}$ ve vzdálenosti $2,5 \times D$, max. 50 mm), jsou utěsněny proti vnikání řezné kapaliny (do tlaku 10 MPa) a zákazníků standardně dodávány ve vyváženém stavu. Mohou být vybaveny datovým nosičem pro automatickou identifikaci nástroje, u některých provedení a velikostí stopek umožňují axiální nebo i radiální seřízení nástroje.



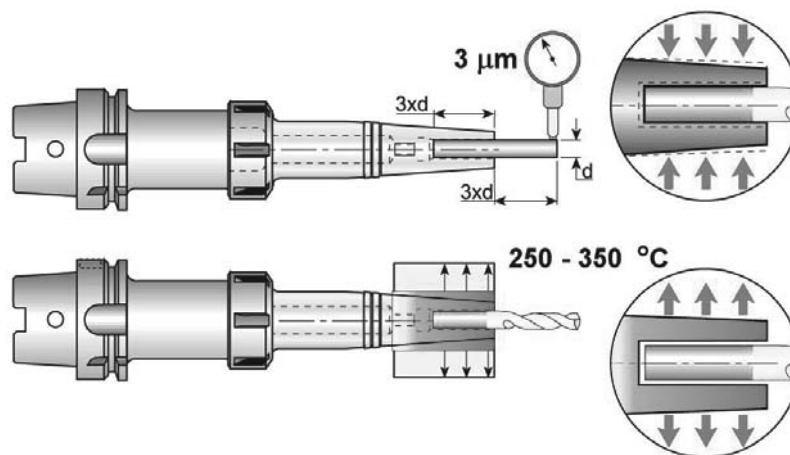
Obr. 6.3



Obr.6.4

Tepelně smrštitelné upínače

Monolitní frézy s válcovou stopkou o průměru 3÷50 mm, vyrobené z rychlořezných ocelí nebo slinutých karbidů, se v současné době velmi často upínají pomocí tepelně smrštitelných upínačů (obr. 6.5), jejichž princip je založený na změně objemu materiálu, úměrné změně teploty. Při indukčním ohřevu upínače ve speciálním zařízení na teplotu 250 až 350 °C se v důsledku zvýšení teploty zvětší průměr upínací díry (řádově v setinách milimetru), do které pak lze bez problémů vložit nástroj s válcovou stopkou. Při upínání nevznikají žádné problémy, protože nástroj je ještě studený a tím je zaručen požadovaný rozdíl průměrů. Po ochlazení působí na stopku nástroje po celé délce upnutí vysoký a rovnoměrný radiální upínací tlak, dosažené upínací síly jsou přitom větší než u upínací techniky, která je založena na mechanickém nebo hydraulickém principu. Při uvolňování nástroje se při ohřevu upínače ohřívá také nástroj. Nástroj i upínač se rozšíří a uvolnění je umožněno rozdílným součinitelem délkové roztažnosti upínače a nástroje (upínač se musí roztahovat více než nástroj). K velkým výhodám tepelných upínačů patří jejich jednoduchá konstrukce a s ní související nízké výrobní náklady a také skutečnost, že v nich mohou být upínány i nástroje, jejichž stopka má vyfrézovanou upínací plošku (např. **Weldon, Whistle Notch**). Vzhledem k jednoduché konstrukci, bez jakýchkoli upínacích elementů, mohou být tyto upínače velmi přesně vyváženy již ve stadiu výroby a dané parametry zůstanou zachovány i po upnutí nástroje. Různé typy a velikosti prodlužovacích nástavců umožňují teleskopické uspořádání tepelně smrštitelných upínačů.



Obr. 6.5

6.4. Upínání obrobků

Obrobky se obvykle upínají do běžných strojních svěráků, otočných a sklopných svěráků, speciálních svěráků pro upínání válcových součástí apod. Uvedené svěráky mohou být ovládány ručně, pneumaticky nebo hydraulicky.

K upínání větších obrobků se používají rozličné upínací pomůcky, jako jsou upínky, opěrky, podpěry, apod. Všechny tyto upínací pomůcky jsou upevňovány do T-drážek stolu frézky pomocí speciálních šroubů s čtvercovou hlavou.

Pro upínání přesných obrobků na číslicově řízených frézách slouží technologické palety, se kterými se obrobek podle požadavků technologického postupu může pohybovat mezi jednotlivými obráběcími stroji. Paleta má na stroji přesně vymezenou polohu, v níž se před vlastním obráběním zafixuje (tím odpadá několikeré upínání a seřizování polohy obrobku).

6.5. Příslušenství frézek

Univerzální hlava se připevňuje na čelní plochu stojanu univerzální vodorovné frézky. Dá se natáčet kolem dvou os, takže frézu lze nastavit do libovolné polohy vzhledem k obrobku. Pohon frézovacího vřetena hlavy je odvozen od hlavního vřetena stroje. Univerzální hlava se používá při frézování těžko přístupných, zejména šikmých ploch. Používá se také k frézování ozubených hřebců, kde je zapotřebí, aby osa vřetena byla rovnoběžná se směrem podélného posuvu stolu. Rozteč zubů se v tomto případě nastavuje pomocí přístroje pro podélné dělení.

Svislá frézovací hlava se používá rovněž na univerzálních vodorovných frézách. Hlava je otočná kolem osy pracovního vřetena, z něhož se přenáší krouticí moment v podstatě stejným způsobem jakou univerzální hlavy. Při použití svislé frézovací hlavy lze na vodorovných frézách pracovat se stopkovými frézami, a provádět práce, které by jinak vyžadovaly svislé frézky.

Otočný stůl se připevňuje na pracovní stůl frézky. Otáčí se buď ručně, nebo je otáčení odvozeno od podélného pohybu pracovního stolu šroubovým teleskopickým hřídelem. Otočné stoly umožňují frézovat různé rotační tvary, vačky, segmenty, drážky apod. stopkovými frézami. Užívají se také pro dělicí práce, nelze-li obrobek pro jeho velké rozměry upnout na běžném dělicím přístroji. K tomu účelu pak mají otočné stoly nejčastěji zařízení pro přímé, případně nepřímé dělení.

Obrážecí hlava se upíná obdobně jako svislá frézovací hlava, dá se rovněž pootáčet, takže umožňuje obrážet ve směru svislém, vodorovném nebo šikmém. Pohyb se na klikový mechanismus hlavy přenáší z pracovního vřetena stroje. Obrážecí hlavy se používají jako doplňkové zařízení univerzálních vodorovných frézek.

Dělicí přístroje umožňují pootáčení obrobku o určitý úhel nebo rozteč při frézování čtyřhranů a šestihranů, vícedrážkových hřídelů, ozubených kol, vícebřitých nástrojů, zářezů na čelních plochách apod. Používají se dva druhy dělicích přístrojů a to jednoduché a univerzální.

6.6. Seřizování frézovací hlavy (provádí se na dílně)

Seřizovací přístroj Somet SDJ 300 je určen pro seřizování rotačních nástrojů mimo obráběcí stroj (NC a CNC vyvrtávačky, vrtačky, frézky a obráběcí centra). Umožňuje seřizování nástroje ve vodorovné a svislé ose. Ve vodorovné ose lze seřídít vyosení břítu (břitů) nástroje, včetně obvodového házení jednotlivých břitů, ve svislé ose délku nástroje, včetně čelního házení jednotlivých břitů.

Indikace polohy sledovaných částí nástroje ve vodorovném směru se provádí pomocí somkátoru s plochým dotykem, indikace polohy ve svislém směru se provádí pomocí číselníkového úchylkoměru.

Hlavní technické parametry přístroje:

- rozsah měřených průměrů nástroje: 6 až 300 mm,
- rozsah měřených délek nástroje: 40 až 500 mm,
- přesnost odečítání ve vodorovné ose: 0,002 mm,
- přesnost odečítání ve svislé ose: 0,01 mm,
- chyba přesnosti nastavení ve vodorovné ose, ve výšce 250 mm: $\pm 0,01$ mm,
- maximální hmotnost seřizovaných nástrojů: 50 kg.