

Frézování

Použití a kinematika řezného pohybu

Používá se pro obrábění především ploch rovinných, ale frézování obrábíme i tvarové plochy jako jsou ozubená kola, závitů a různé tvarové plochy.

Kinematika řezného pohybu:

Hlavní pohyb: vykonává nástroj a je to pohyb rotační

Vedlejší pohyb: posuv – vykonává ho obrobek nebo nástroj a udává nám, jakou dráhu urazí nástroj za jeden zub, otáčku nebo minutu, je to pohyb přímočarý:

přisuv – udává nám tloušťku odebírané třísky

Frézování válcovými frézami:

Sousledné frézování:

Obrobek se pohybuje ve stejném smyslu jako se otáčí fréza. Tříska je odebírána od maxima do minima. Řezná síla působí příznivě na upínání obrobku.

Výhody:

- Lepší jakost povrchu
- Větší výkon

Nevýhody:

- Potřeba velké tuhosti soustavy (stroj, nástroj, obrobek)
- Nástroje musí mít zuby ve šroubovici

Použití: pro měkké houževnaté materiály

Nesousledné frézování:

Obrobek se pohybuje proti pohybu nástroje. Tříska se vytváří od minima do maxima. Břit nejdříve klouže po obráběné ploše, způsobí zpevnění povrchové vrstvy obráběného materiálu, zub se začne zahřívat a otupovat, pak teprve vniká do zpevněné plochy a tím vzniká horší jakost obráběné plochy.

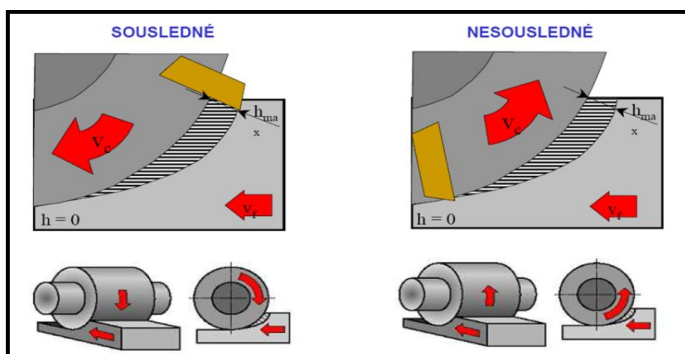
Výhody:

- Jednoduchá konstrukce nástrojů i strojů

Nevýhody:

- Horší jakost povrchu
- Řezná síla působí nepříznivě na upnutí obrobku

Použití: pro obrábění tvrdých materiálů, výkovků



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Frézování čelní frézou:

U tohoto způsobu je materiál odebírán břity na čelní i obvodové ploše frézy. Tloušťka odebírané třísky se mění od minima do maxima. U tohoto způsobu zabírá více zubů současně, proto se požaduje větší výkon a je umožněn větší posuv stolu.

Výhody:

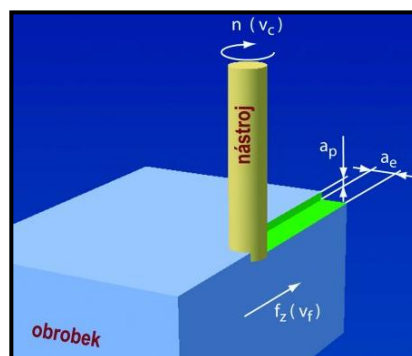
- Velká řezná rychlost
- Větší výkon

Když si dáme tyto výhody dohromady tak zjistím, že se nám zvýší produktivita.

Nevýhody:

- Velké náklady na údržbu
- Špatná jakost povrchu

Toto frézování používáme pro kratší a širší plochy.



Nástroje

Rozdělení:

1. podle počtu zubů

- jemnozubé
- hrubozubé

2. podle výroby zubů

a) zuby frézované

Tyto nástroje se brousí na ploše hřbetu i na ploše čela, po několika přestřeháních se změní geometrie řezného nástroje a proto jsou vhodné pro obrábění rovinných ploch.

b) zuby podsoustružené

Tyto nástroje se ostří pouze na ploše čela. Hřbet frézy je pod soustružen na speciálním soustruhu tak, aby v každém bodě profilu bylo dosaženo stejného úhlu hřbetu α . Ostřením se nemění řezné úhly $\Rightarrow$ tyto nástroje se používají pro výrobu tvarových ploch.

3. podle plochy na níž jsou břity

- válcové frézy
- čelní frézy
- kotoučové frézy
- profilové frézy
- čelní válcové frézy
- tvarové frézy

4. podle směru otáčení

- pravořezné frézy
- levořezné frézy

5. podle způsobu upínání

- stopkové frézy
- nástrčné frézy

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Nejpoužívanější druhy fréz:

1. Frézy válcové

Mají ozubení jen na válcové ploše a jejich zuby jsou zpravidla upraveny ve šroubovici. Jejich šířka je vždy větší než jejich průměr. Břity po obvodu jsou přerušeny dělicími drážkami, které lámou třísku a snižují řezný odpor. Používají se zejména pro hrubovací operace.

Tyto frézy mají zuby frézované, a proto se používají pro obrábění rovinných ploch. Podle způsobu upnutí můžou být nástrčné nebo stopkové.

2. Frézy čelní

Mají ozubení na čelní i válcové ploše. Na čelní ploše jsou zuby rovinné a na válcové ploše jsou v pravé šroubovici. Zuby jsou frézovány, proto se používají pro rovinné plochy. Podle způsobu upnutí můžou být nástrčné nebo stopkové.

3. Frézovací hlavy

Používají se pro obrábění velkých rovinných ploch. Jsou to v podstatě čelní frézy se vsazenými zuby, které mají připájené břitové destičky z rychlořezné oceli nebo ze svinutých karbidů.

4. Frézy na drážky

a) Dvoubřité frézy - tyto frézy jsou stopkové a jejich průměr se rovná šířce frézované drážky.

b) Kotoučové frézy - průměr těchto fréz je vždy větší než šířka. Břity jsou obvykle po obvodu i na obou čelních plochách. Malé frézy jsou z jednoho kusu, větší frézy se vyrábějí jako dělené a jsou opatřeny rozpěrnými kroužky, kterými se upravuje šířka nástroje po přestření. U větších průměrů jsou vsazeny destičky ze svinutých karbidů nebo z rychlořezné oceli.

5. Frézy tvarové

Mají zuby podsoustružené. Používají se k výrobě různých tvarů, patří zde např. frézy kotoučové, zaoblovací, závitové na ozubení.

Typy:

- jednostranná úhlová fréza
- oboustranná úhlová fréza
- vyduťá fréza
- vypouklá fréza

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Stroje

Frézovací stroje nazýváme **frézky** a podle polohy osy vřetena je můžeme rozdělit na frézky **vodorovné** (horizontální) a **svislé**.

Rozdělení frézek podle konstrukce a použití:

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

1. Frézy konzolové

Používají se pro obrábění součástí malých a středních rozměrů. Lze na nich provádět veškeré operace včetně výroby ozubení, protože jsou opatřeny dělicím přístrojem. Jejich charakteristickým rysem je stůl ve tvaru konzoly a používají se v menších opravárnách a dílnách.

Rozdělení:

- a) vodorovné
- b) svislé
- c) univerzální

a) Vodorovné frézky

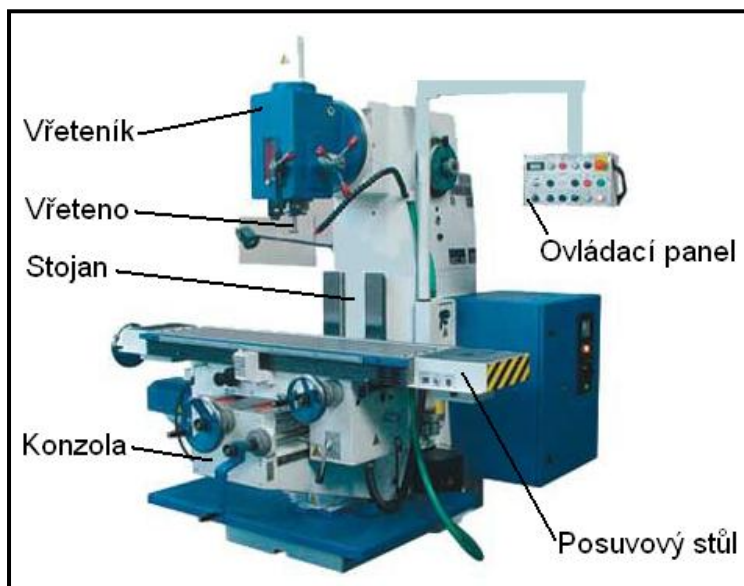
Používají se pro veškeré frézovací práce. Jejich hlavním znakem je vodorovně uložené vřeteno. Pracuje se na ní hlavně tvarovými, kotoučovými frézami.

b) Svislé frézky

Pracuje se na nich většinou čelními frézami. Vřeteno frézy je uloženo v hlavě stroje, svisle. Používají se pro obrábění rovinných ploch rovnoběžných s plochou pracovního stroje.

c) Univerzální konzolová frézka

Je to obdoba vodorovné frézky, ale jejím hlavním znakem je frézovací stůl, který lze natáčet doleva i doprava. Slouží k obrábění šroubových drážek, šneků a zubů.



obr. Svislá konzolová frézka

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

2. Frézky stolové

Na těchto strojích nelze vyrábět ozubení. Mohou být vodorovné nebo svislé.

Používají se pro obrábění součástí středních rozměrů. Stojany těchto strojů jsou dostatečně tuhé a tím umožňují velký výkon.

3. Frézky rovinné

Používají se pro obrábění obrobků největších rozměrů. Pracovní stůl zajišťuje pouze podélný posuv. Vřeteník zajišťuje příčný posuv a svislý posuv. Nejpoužívanější rovinnou frézku je **portálová frézka**. Požívá se pro obrábění vodorovných, šikmých a svislých ploch. Na těchto frézách se používají především frézovací hlavy.

4. Frézky speciální

Jsou přizpůsobeny určitému druhu práce např. - závitové frézky
- frézky na ozubení

Obr. Základní typy frézek



konzolová vodorovná

portálová

stolová

nástrojařská

Základní práce na frézách

1. Upínání nástroje

- Stopkové frézy – upínáme přímo za stopku do vřetene stroje
- Nástrčné frézy – upínáme pomocí frézovacího trnu

Frézovací trn se upíná do vřetene pomocí kuželové stopky. Z druhé strany se upíná do podpěrného ložiska. Poloha nástroje se zajišťuje pomocí rozpěrných kroužků.

2. Upínání obrobku

- do svěráku – pro menší součásti
- pomocí upínek – přímo ke stolu frézky, pro větší obrobky
- do speciálních upínacích přípravků – pro sériovou výrobu

3. Frézování rovinných ploch

Rovinné plochy se obrábějí frézami válcovými, čelními a frézovacími hlavami.

Užší plochy obrábíme válcovými frézami o velkém stoupání. Součásti složené z více rovinných ploch se frézují složenými frézami.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

4. Frézování drážek

Nejvýhodnější je frézování drážek kotoučovými frézami.

Drážky per se frézují dvoubřitými stopkovými frézami na jeden nebo více záběrů.

Drážky s úkosem se vyrábějí úhlovými frézami.

Drážky ve tvaru T se frézují nejdříve kotoučovou frézou nástrčnou a teprve potom stopkovou kotoučovou frézou.

5. Frézování zakřivených ploch

Zakřivené plochy se frézují frézami tvarovými nebo stopkovými frézami pomocí kinematických zařízení nebo kopírováním podle šablony.

Řezné podmínky při frézování:

Řezná rychlost v – je obvodová rychlost frézy a platí pro ni vztah:

$$v = \pi \cdot D \cdot n \quad [\text{m} \cdot \text{min}^{-1}]$$

kde:

D je průměr frézy v metrech

n jsou otáčky obrobku za minutu

Posuv f – je při frézování dán rychlostí posuvu stolu frézy. Vzhledem k rozmanitosti používaných nástrojů je nutné při jeho určení vycházet z hodnoty posuvu na jeden zub nástroje f_z

Posuv na otáčku f – udává dráhu, kterou urazí obrobek za jednu otáčku frézy. Posuv na otáčku určíme z hodnoty posuvu na jeden zub:

$$f = f_z \cdot z \quad [\text{mm} \cdot \text{ot}^{-1}]$$

kde:

f_z je posuv na zub v mm

z je počet zubů frézy

Posuv za minutu f_{min} – následně určíme z vypočteného posuvu na otáčku:

$$f_{\text{min}} = n \cdot f = n \cdot f_z \cdot z \quad [\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}]$$

Plocha třísky S_z – je při frézování válcovou frézou proměnlivá, v průběhu záběru se mění tloušťka třísky. Maximální průřez třísky je dán maximální tloušťkou třísky.

$$S_{z \text{ max}} = a_{\text{max}} \cdot b \quad [\text{mm}^2]$$

kde:

a_{max} je maximální tloušťka třísky v mm

b je šířka třísky v mm

Řezná síla F_f – je hlavní složka řezné síly působící na 1 zub frézy. Vypočítáme ji z měrného řezného odporu a plochy třísky. U válcové frézy při tom počítáme se střední tloušťkou třísky $a = 0,5 \cdot a_{\text{max}}$.

$$F_f = S \cdot p \cdot k_f \quad [\text{N}] \quad k_f \text{ je koeficient pro frézován}$$

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

$k_f = 0,01$ pro válcové frézy

$$k_f = \frac{f_z \cdot z}{\pi \cdot D} \quad \text{pro čelní frézy}$$

Efektivní potřebný výkon P_{ef} potřebný pro frézování určíme ze součtu řezných sil všech zabírajících zubů frézy:

$$P_{ef} = v \cdot \sum_{i=1}^z F_{ri} \quad [\text{W}]$$

Strojní čas t_{as} – je u frézování ovlivněn způsobem frézování a zvoleným průměrem frézy. Určíme ho ze vztahu:

$$t_{as} = \frac{l_{th} + l_n + l_p}{n \cdot z \cdot f_z} = \frac{l_{th} + l_n + l_p}{f_{min}} \quad [\text{min}]$$

kde:

l_{th} je teoretická dráha frézy v mm

l_n je délka náběhu frézy v mm

l_p je délka přeběhu frézy v mm

Při určení teoretické dráhy frézy l_{th} můžeme vyjít z následujících obrázků:

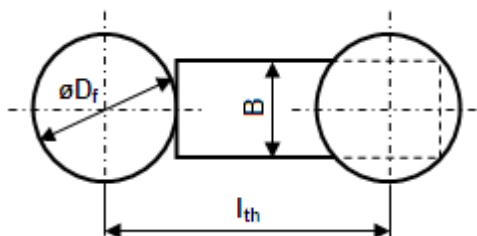
Obr. č. 73: Určení teoretické délky frézování

Hrubování čelní frézou:

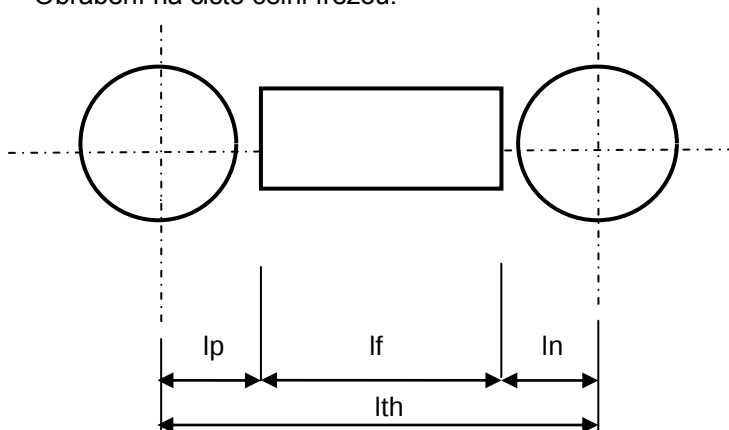
$$l_{th} = l_f + l_p + l_n$$

$$l_n = \frac{D}{2} + (3-5)$$

$$l_p = (3-5) \text{ mm}$$



Obrábění na čisto čelní frézou:



$$l_{th} = l_f + l_p + l_n$$

$$l_p = l_n = (3-5) + \frac{D}{2}$$

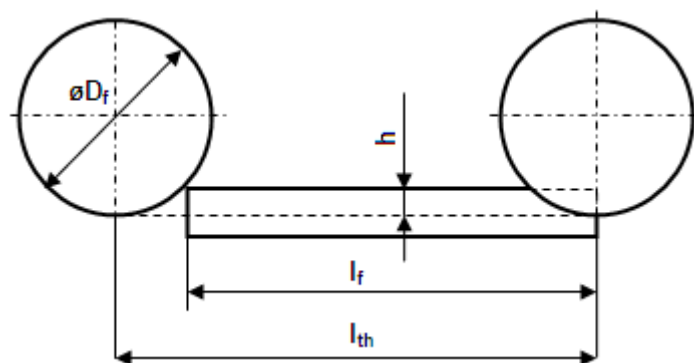
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Frézování válcovou frézou:

$$l_{th} = l_f + l_p + l_n$$

$$l_n = l_p = (3 - 5) + x$$

$$x = \sqrt{D/2^2 - (D/2 - a)^2}$$



Otázky a úkoly k procvičení tématu:

1. Popiš řezné pohyby při frézování.
2. Vysvětli rozdíl mezi sousledným a nesousledným frézováním.
3. Jak rozdělujeme frézy?
4. Jak rozdělujeme frézky podle polohy vřetene?
5. Popiš hlavní části frézky.
6. Jaké operace provádíme na frézkách?

Zde začnete psát svůj text.

Nadpisy – 1. úroveň – Arial tučný 12

Nadpisy – 2. úroveň – Arial tučný kurziva 11

Nadpisy – 3. úroveň – Arial tučný 11

Normální text – Arial 10



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ