



Lesnická
a dřevařská
fakulta

3. 5. 2018, Brno

Připravil:

doc. Ing. Zdeněk Kopecký, CSc.

Péče o fréza a nožové hoblovací hlavy

Předmět: Komplexní péče o výrobní techniku

Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obsah přednášky

Úvod

1. Péče o frézovací nástroje
2. Upínání frézovacích nožů v hoblovacích hlavách



Úvod

Nástroje při obrábění materiálů na bázi dřeva musí často plnit zcela protichůdné požadavky v různých technologických operacích.

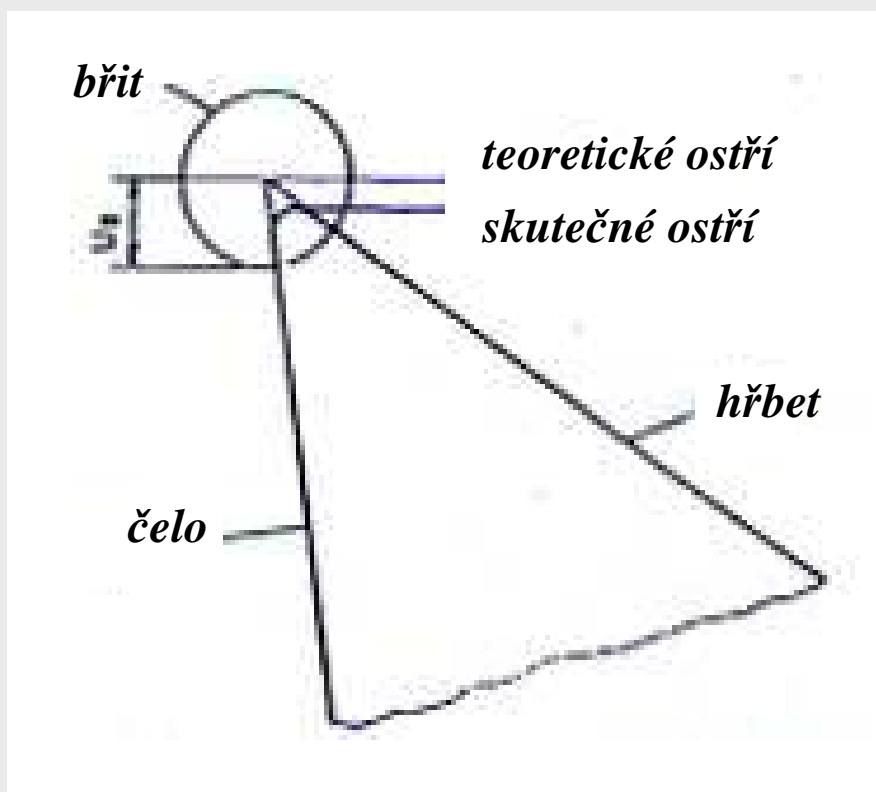
Správná volba nástroje, geometrie jeho řezného klínu má rozhodující vliv:

- 1) Na průběh řezného procesu – zejména na tvoření a oddělování třísky.
- 2) Na zvýšení produktivity práce.
- 3) Na vyšší trvanlivost řezné hrany.
- 4) Na lepší kvalitu obrobené plochy.
- 5) Na vyšší tuhost soustavy SNOP

(Stroj-Nástroj-Obrobek-Přípravek).



Názvosloví řezného klínu nástroje

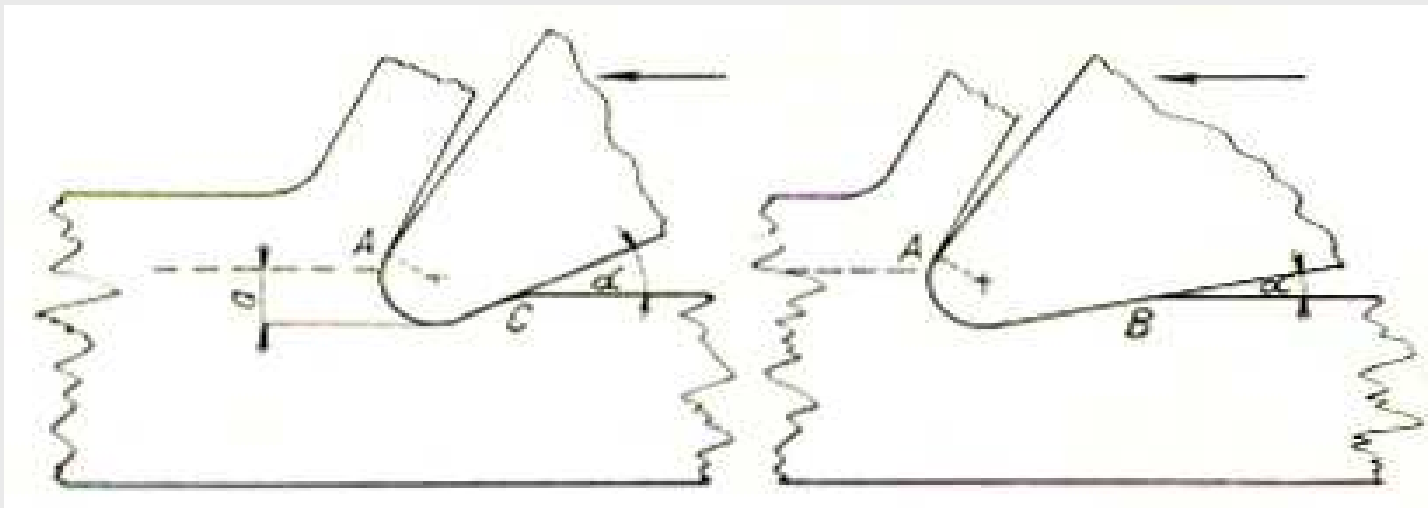


- **Břit** – klínová část nástroje vytvořená plochou čela a hřbetu nástroje.
- **Teoretické ostří** – vznikne průnikem roviny čela a hřbetu nástroje.
- **Skutečné ostří** – je tvořeno průnikem nerovných ploch čela a hřbetu.
- **Otupené ostří** – je tvořeno válcovou nebo jinou plochou.



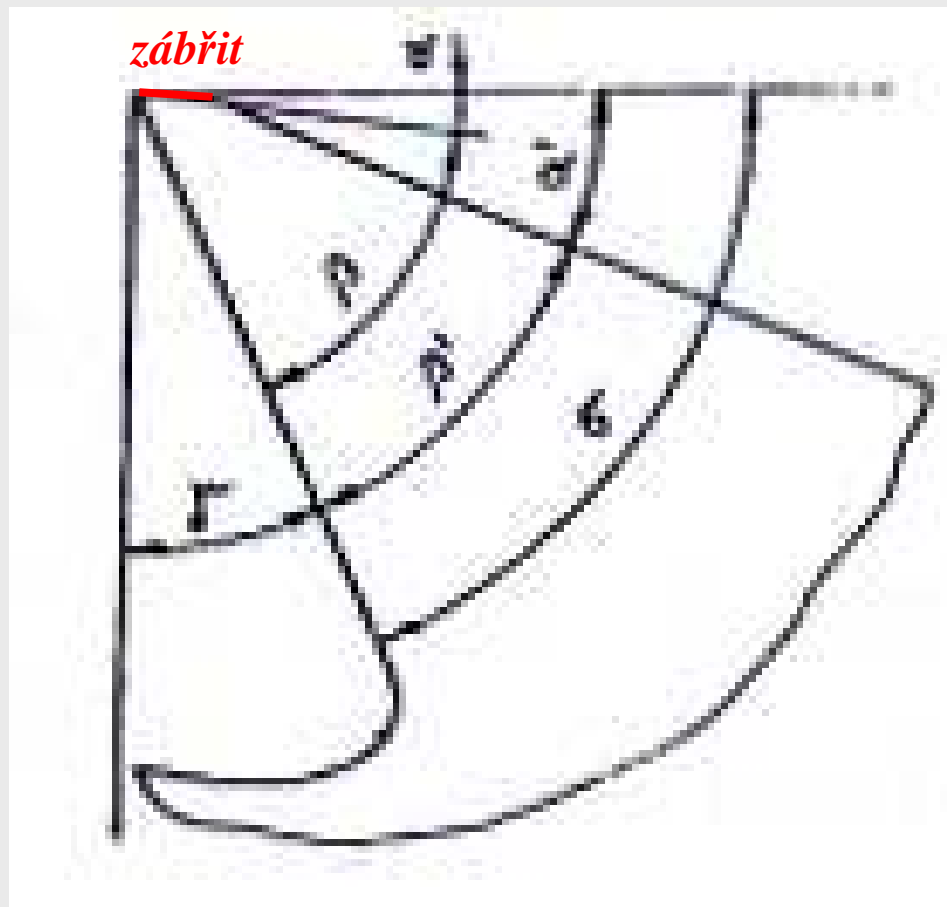
Úhel hřbetu α

α – úhel, který svírá hřbet nástroje s rovinou řezu (obvykle je 10° až 30° , nástroje pro beztržkové dělení i 0°)



- má vliv na tření hřbetu nástroje o obráběnou plochu,
- styková plocha se postupně zvětšuje s otupením nástroje, při větším otupení je materiál o tloušťce a tlačěn pod břit:
 - ▶ vznik velkého tření a pružných deformací,
 - ▶ materiál se vrací zpět ke hřbetu nástroje,
 - ▶ větší řezný odpor a zahřívání nástroje.

Zábřit



Zábřit – vyskytuje se například u nožů frézovacích hlav.

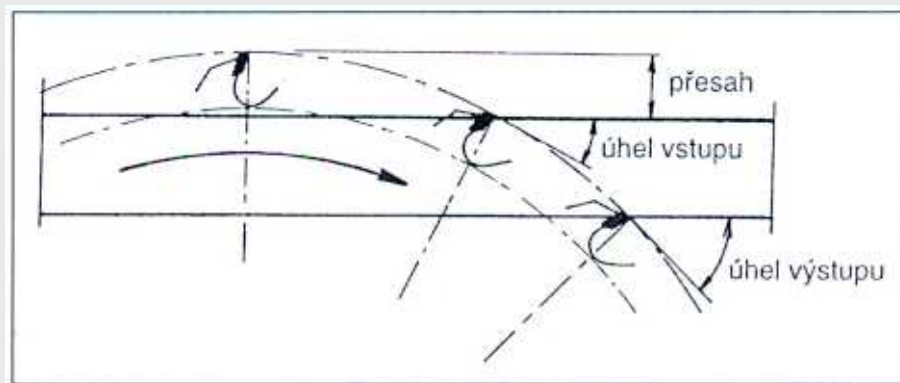
Jedná se o zbroušenou plošku (cca do 0,2 mm) na hřbetu nože, která často vzniká při egalizaci (sjednocení) břitů frézovacích nožů do řezné kružnice.

Výhody: všechny nože odebírají stejnou třísku, zvýšení úhlu břitu $\beta \rightarrow$ zvýšení pevnosti břitu.

Nevýhody: zvětšení úhlu řezu δ , snížení úhlu hřbetu $\alpha \rightarrow$ větší odpory při frézování.

Úhel čela γ

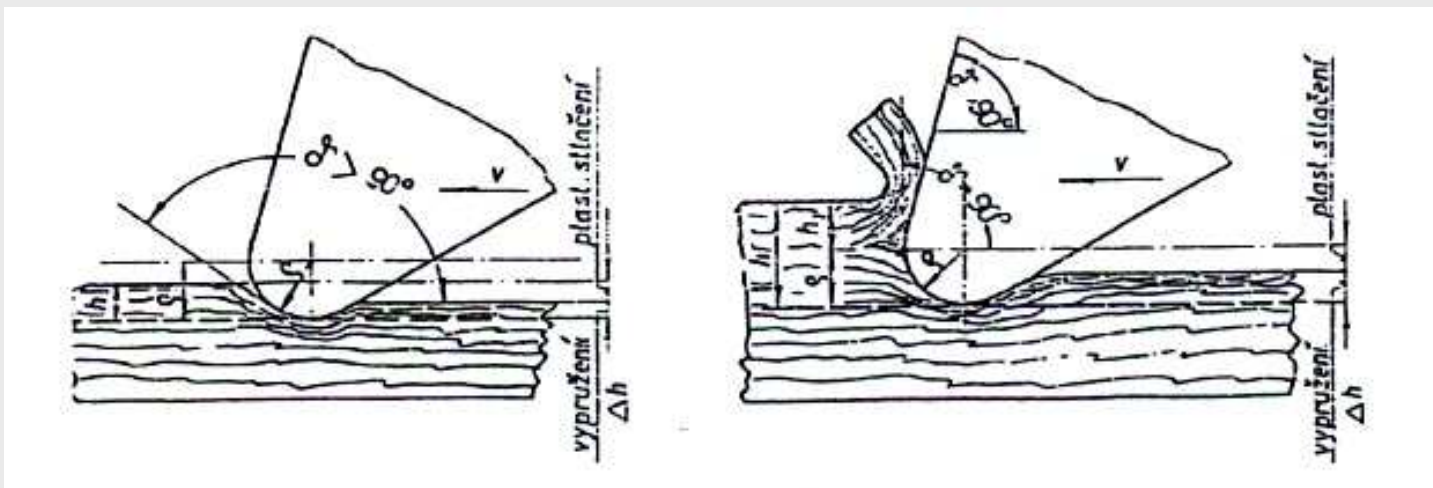
γ – úhel čela přímo ovlivňuje tvoření třísky a kvalitu obrobenej plochy



- záporný úhel čela vytváří dobré podmínky pro spodní plochu odřezávaného materiálu (zejména u DTD) neboť třísku neodsekává ale „odškrabává“ na druhé straně horní vrstva může být nadzvedávána a zubem „borcena“ – proto např. u kotoučů pro formátovací pily se volí úhel čela v okolí 5° .
- úhel čela se u dřevoobráběcích nástrojů může pohybovat v rozmezí -5° až 35°

Úhel řezu δ

δ – úhel řezu přímo ovlivňuje řezný odpor při vnikání nástroje do materiálu



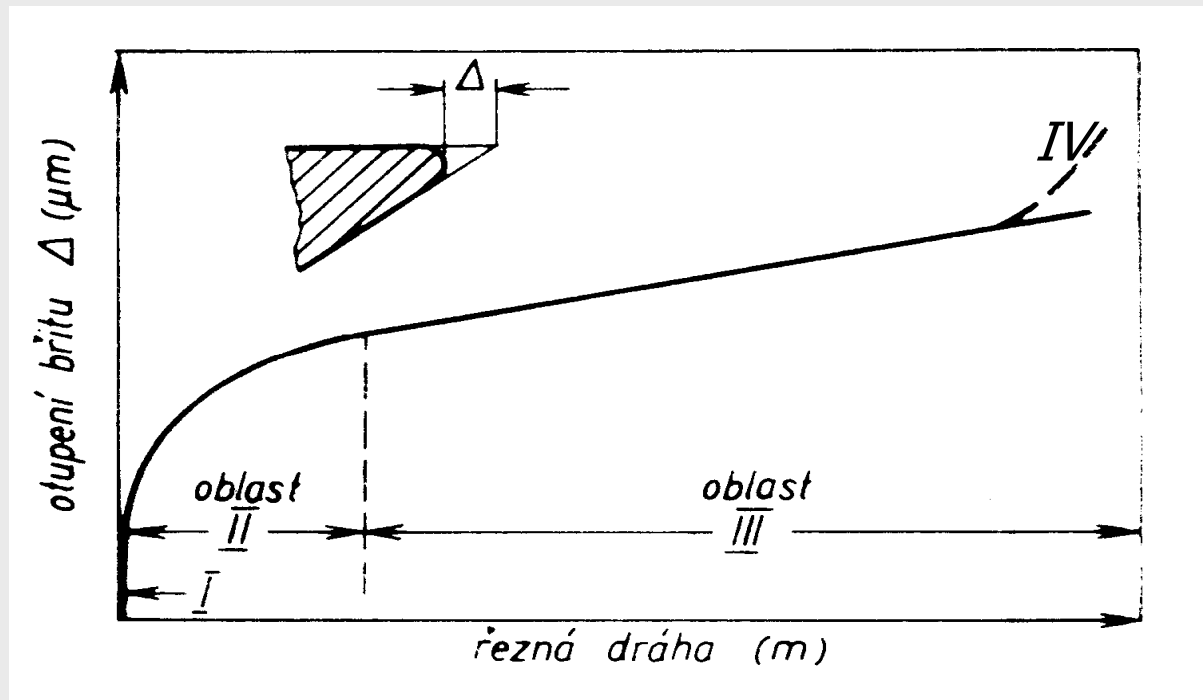
- Při malém úhlu řezu řezný odpor klesá a naopak (malý úhel řezu při definovaném úhlu hřbetu ovšem má za následek velmi malý úhel břitu β a břit je náchylnější k vylomení a rychlejšímu otupení).
- S rostoucím otupením (poloměrem otupení ρ) roste úhel řezu a při extrémním otupení ztrácí břit nástroje schopnost oddělit třísku, dochází k pálení obráběné plochy a ničení nástroje).

Opotřebení břitu nástroje

Z velké části je ovlivněno:

- A. Vzájemnou mechanickou interakcí obrobku (třísky) a nástroje.
- B. Elektrochemickým působením obráběného materiálu.
- C. Tepelným namáháním břitu nástroje.

Průběh otupování



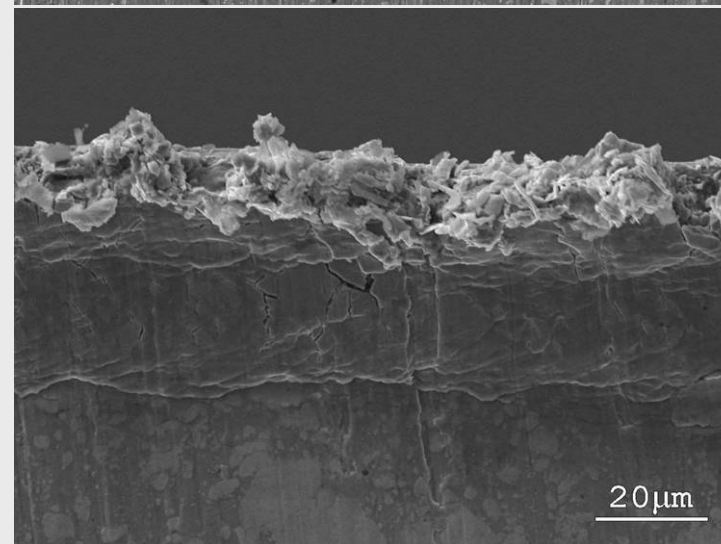
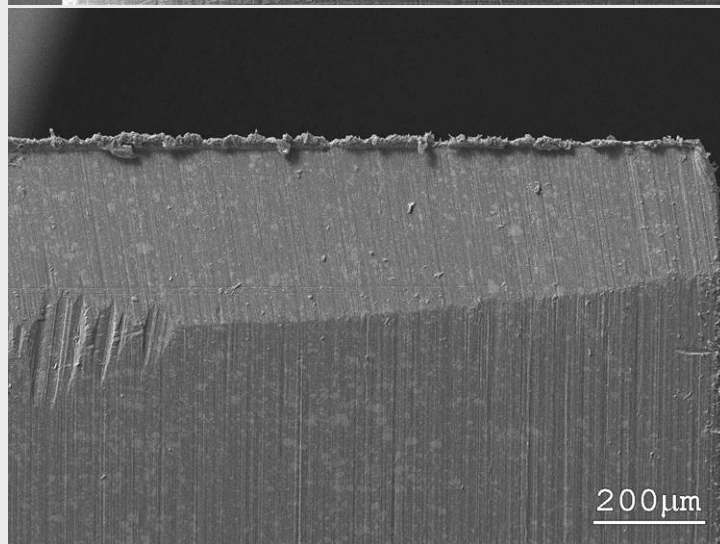
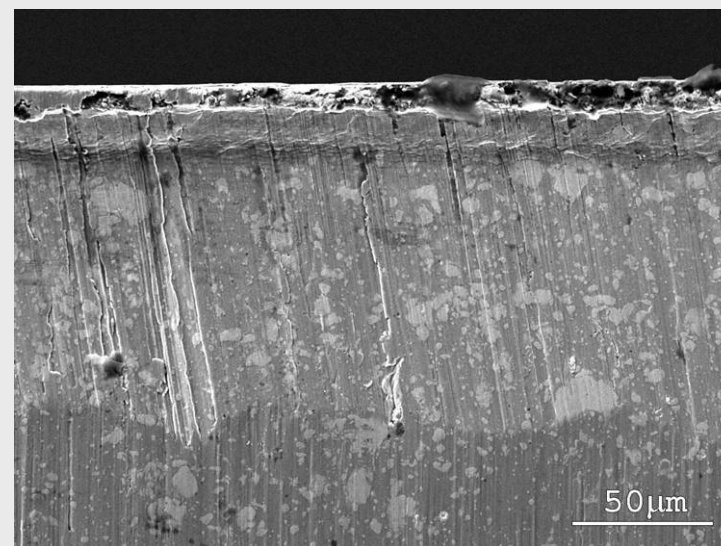
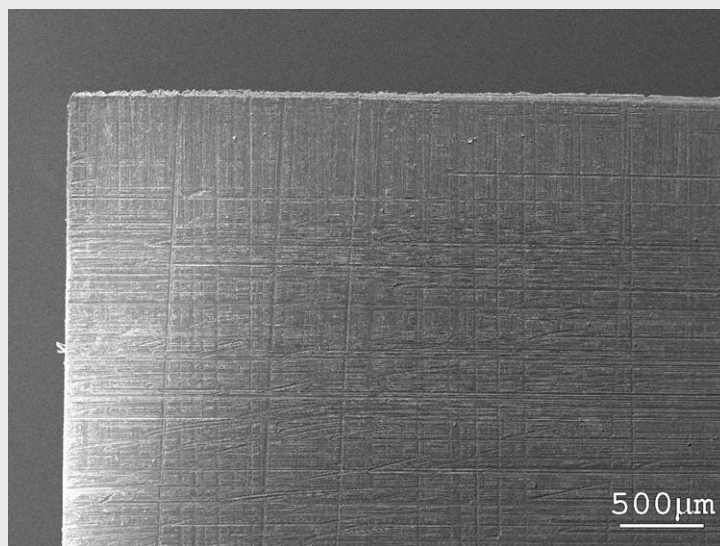
- Otupování je postupná změna mikrogeometrie břitu během obrábění.
- Nástroj je tupý tehdy, když dochází k nepřijatelnému zhoršení kvality obráběného povrchu, zvýšení řezné síly, pálení a rozměrovým nepřesnostem obrobku.

- **I** – první záběr břitu, odstranění (odlomení) jehly a otřepů,
- **II** – vzrůst otupení s degresivním průběhem,
- **III** – fáze rovnoměrného otupování - opotřebování,
- **IV** – nárůst otupení s regresivním průběhem (není experimentálně prokázáno).

Fáze otupování břitu

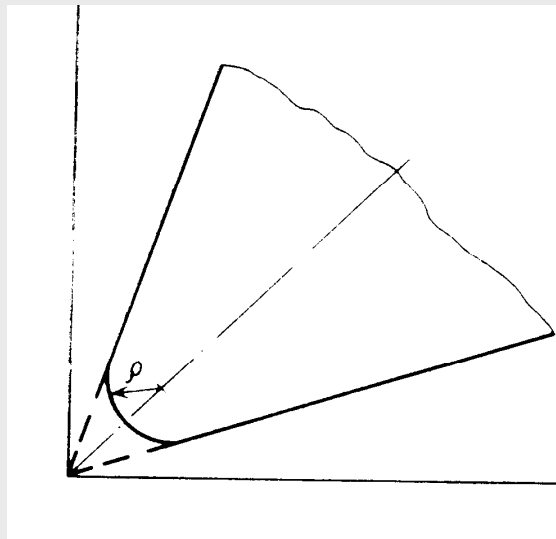
- v I. období pouze mechanický proces odlomení tzv. „jehly“ (vnější-řezné síly jsou větší než vnitřní vazebné síly materiálu břitu),
- ve II. a III. období spolupůsobí mechanický otěr + otěr způsobený zahřátím povrchové vrstvičky břitu na vysoké teploty až 650 °C + elektrochemická koroze podporovaná kyselinami obsaženými ve dřevě a vlhkostí dřeva,
- z teoretických poznatků zatím pro praxi vyplývá požadavek antikorozních ocelí, širší použití SK, stelitů, které jsou z hlediska vysokých teplot odolnější než běžné druhy nástrojových ocelí.

Břit nástroje z HS 19824 pod elektronovým mikroskopem

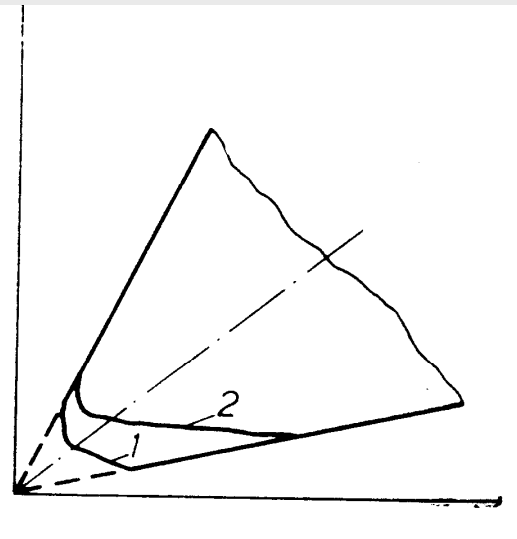


Změna mikrogeometrie břitu

Závisí na druhu nástroje a druhu obrábění, tloušťce třísky, rezných úhlech a druhu obrobku.



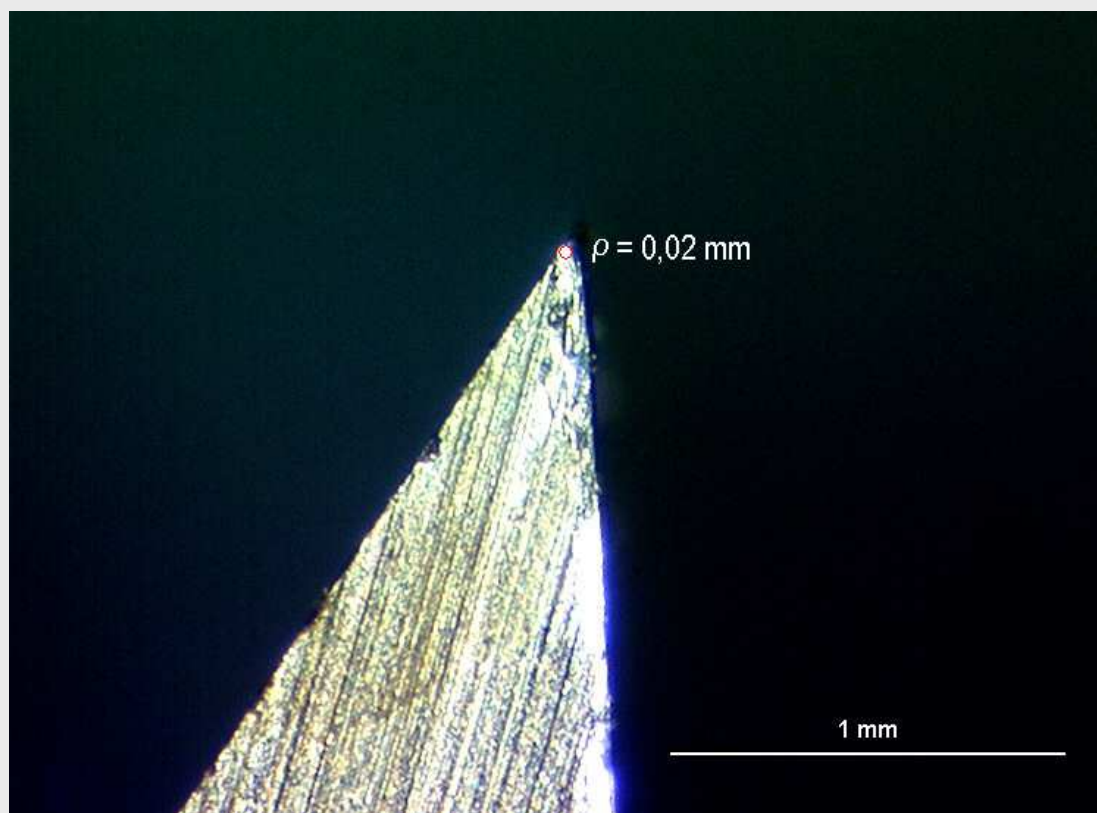
zaoblení hrotu při řezání
měkkého dřeva pilami



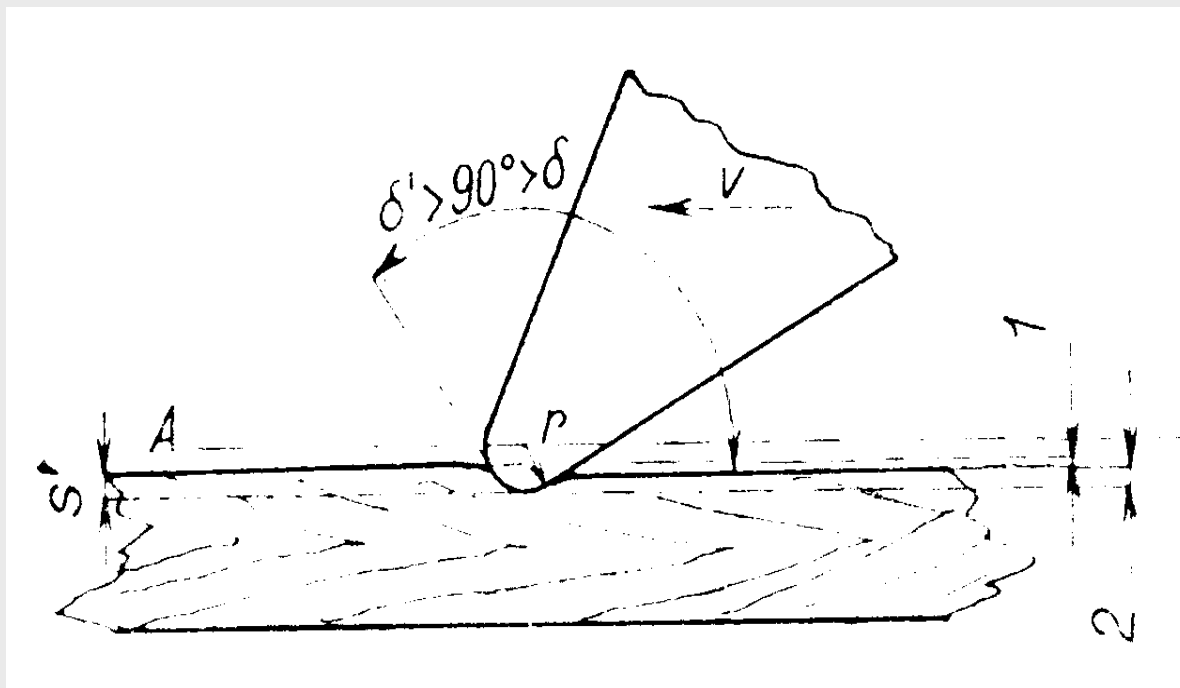
typický profil frézovacího nože
(1- smrk, buk; 2 - abrazivní obrobek)

Poloměr otupení břitu frézovacího nože

Rychlořezné oceli umožňují dobré naostření břitu - poloměr zaoblení břitu se běžně pohybuje v mezích $\rho = 8$ až $10 \mu\text{m}$



Průvodní jevy opotřebení břitu



Při otupeném nástroji, kdy je tloušťka třísky menší než poloměr ostří nástroje (úhel řezu je větší než 90°) - nástroj stlačuje hmotu obrobku pod sebe a neodřezává ji - dochází k pálení obrobku = hrubá technologická chyba.

PROJEVY v PRAXI:

- růst řezné síly,
- obtížný posuv,
- nekvalitní obrobená plocha,
- pálení obrobku.

Poznámka:

Tyto jevy jsou snadno pozorovatelné při řezání kotoučovými pilami s velkou řeznou výškou, při frézování apod.)

Proces opotřebení je charakterizován

- *Trvanlivostí břitu* = doba, po kterou naostřený nástroj pracuje.
- *Životností nástroje* = doba, která je násobkem trvanlivosti břitu – násobek je dán počtem ostření nástroje (podle některých výzkumů např. Pernica, 2001, pilové kotouče se zuby HW, Pilana 315 mm, $z = 18$, mohou být po dobu technického života přebroušeny max. 30x).

Metodika péče o nástroje

Péče o nástroj obsahuje několik kroků, jejichž provedení zabezpečuje jeho provozuschopný stav, dosažení optimální kvality obrábění a udržení vysoké trvanlivosti břitu

předběžná kontrola

konečná kontrola

čištění

ostření a obtahování břitů

úprava vnitřního pnutí
vyrovnávání
deformací

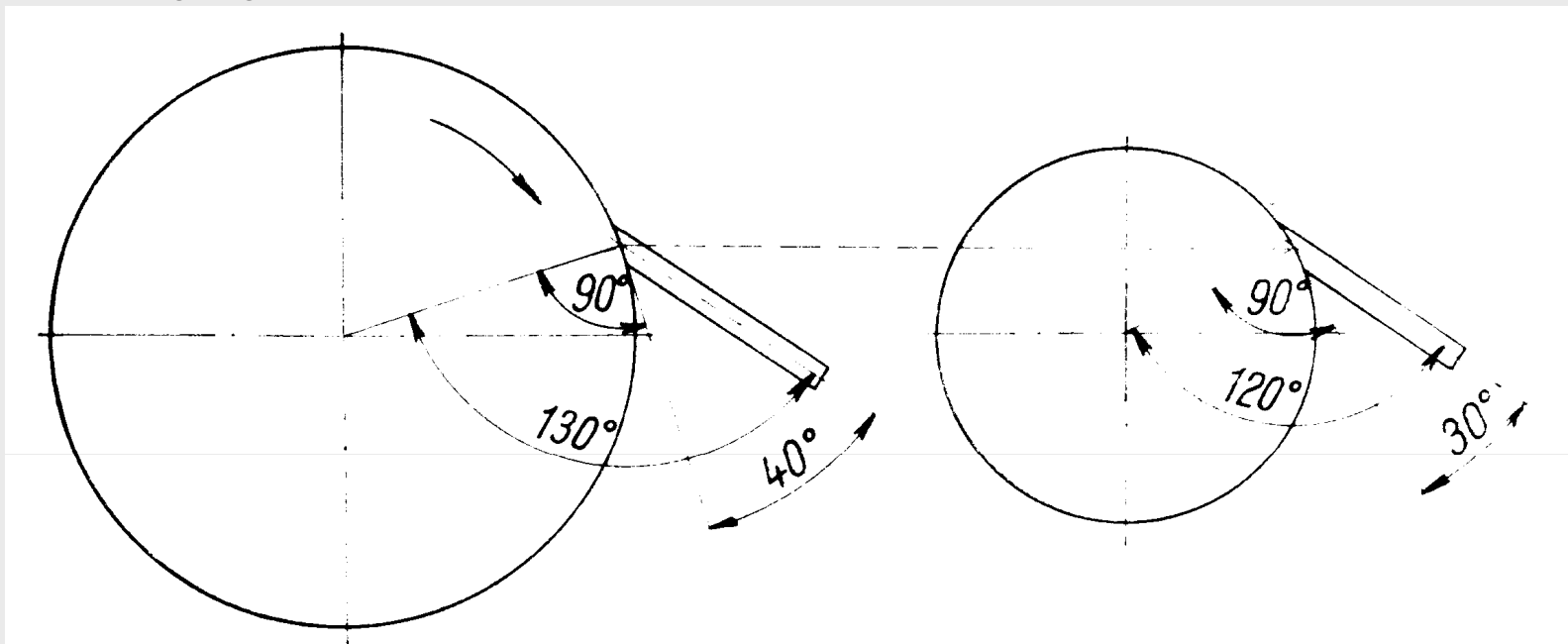
rozvádění zubů
pěchování zubů
egalizace zubů



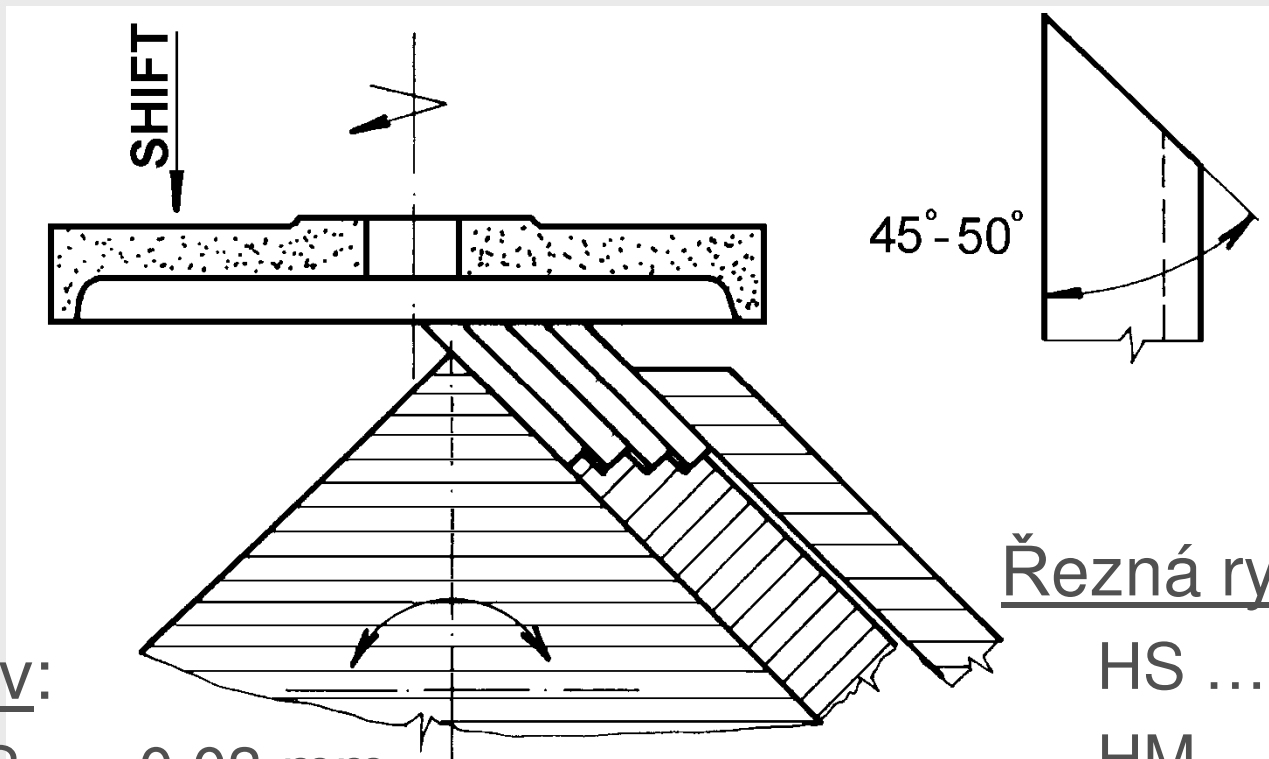
1. Péče o frézovací nástroje



Hřbet nože do frézovacích hlav je možné brousit buď plochým kotoučem – viz. obrázek (tzv. dutě) nebo hrncovitým kotoučem (rovně) – viz. dále. Při broušení plochým kotoučem na jeho obvodu je nutné volit poměrně velký průměr kotouče (nejlépe 500 až 600 mm), protože při broušení kotoučem s malým průměrem menším 300 mm je nutné seřizovat nůž podle poloměru kotouče, aby se neměnil úhel břitu, jak je vidět na obr.



Broušení tenkých nožů hrncovitým kotoučem



Přísuv:

HS ... 0,03 mm

HM ... 0,02 mm

- $\beta = 40 \div 50^\circ$ (z hlediska min. otupování je výhodný úhel $\beta = 55^\circ$)
- $\alpha = 14 \div 15^\circ$
- $\gamma = 30 \div 35^\circ$

Řezná rychlost:

HS ... 20 m/s

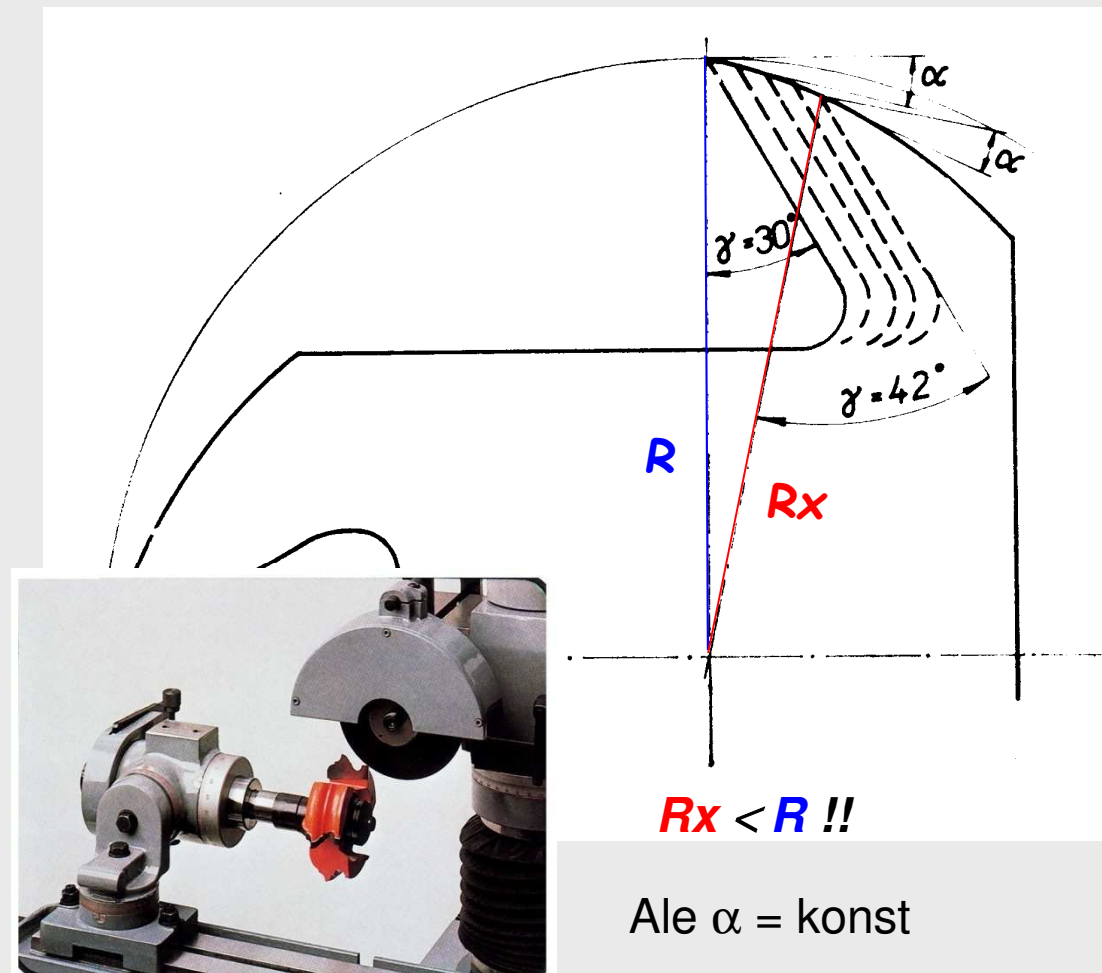
HM ... 15 m/s

Zásady při ostření a montáži nožů

1. K ostření frézovacích nožů z HS je nejvhodnější brousící kotouč o střední zrnitosti 46 až 60, střední tvrdosti (soudržnosti) K až M.
2. Obvodová rychlost 15 až 20 m/s.
3. Kotouč se musí otáčet tak, aby ostřil směrem od břitu ke hřbetu a jehla byla co nejmenší.
4. Přísuv je volen max. 0,2 mm (při dokončování ostření max. 0,08 až 0,1 mm), rychlost posuvu je poměrně malá 0,2 až 0,25 m/s.
5. Úchytky přímosti břitu nesmějí být větší než 0,2 mm na 1 m délky nože, jinak je nutno překontrolovat přesnost vedení ostříčky.
6. Odchytky břitů od osy otáčení nástroje po upnutí nožů mohou být maximálně 0,02 mm (nutno používat seřizovací přípravky).
7. Šrouby se dotahují při upínání od středu nože, u vícebřitých hlav vždy u protilehlých nožů postupně ke krajům až na předepsaný utahovací moment. Při jednorázovém dotažení by mohlo dojít k deformaci tělesa frézovací hlavy.

Ostření celistvých fréz

Podmínkou správného ostření fréz je kromě dodržování všeobecných zásad ostření také stálost profilu a minimální odchylky břitů od řezné kružnice.



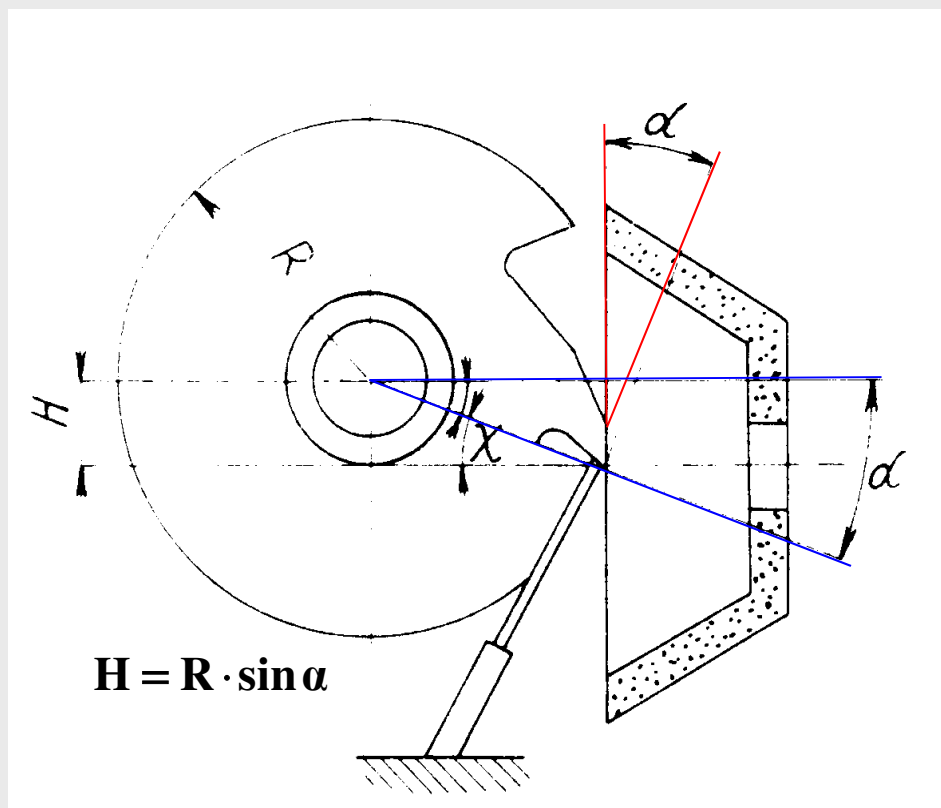
U podsoustružených fréz se ostří výhradně na čele zuby a to tak, aby byla zachována geometrie a profil zuby. Při dodržování stejného sklonu nástroje při broušení čela dojde ke zvětšování uhlu čela.

Hřbet zuby je tvořen křivkou (Archimedova spirála, viz. obr.), která je konstruována tak, aby se při zmenšování průměru nástroje úhel hřbetu α neměnil.

Zabezpečení správného úhlu hřbetu při ostření

Fréza s rovným hřbetem, která je broušena miskovitým kotoučem musí být natočena tak, aby její poloměr R svíral s kolmicí na rovinu hřbetu kotouče úhel α . K tomu je nutno využít různých přípravků, dělicí hlavy apod.

Při broušení miskovitým nebo válcovým kotoučem je třeba dodržet vzdálenost H .



Tyto frézy jsou broušeny keramickými korundovými kotouči - tvrdost K až M, zrnitost 40 až 60, obvodová rychlost 23 až 30 m/s.

Obtahování břitů

- Cílem obtahování břitů nožů (zubů) je snížit drsnost povrchu čela i hřbetu a odstranit jehlu.
- Obtahuje se nejdříve kamenem (brusem) o zrnitosti 100 až 120 poté kamenem o zrnitosti 320 až 400.
- Obtahovací kameny se vyrábějí z karbidu křemíku (C49 - zelená barva) nebo z oxidu hlinitého (A99 - bílá barva) o střední tvrdosti M až O.
- Nástroje opatřené SK plátky se obtahují diamantovými ručními obtahováky.
- Mezi ostřením nástroje je možné obtahovat 1 až 2x, v některých případech rovnou na stroji.
- Nedoporučuje se odstraňovat jehlu řezem přímo do dřeva → hrozí vylamování břitu!

Egalizace břitů

- Egalizace se provádí proto, aby se rovnoměrně využilo zubů (nožů) frézovacího nástroje a tím bylo dosaženo lepší jakosti obrobeneé plochy.
- Na moderních frézkách egalizace probíhá pomocí speciálních brusných kamenů v posuvných mechanismech zabudovaných přímo na stroji.
- Brusný kámen, uložený ve speciálním držáku, pomalu a s velmi malým přísunem (cca 0,02 mm) přejíždí při rotující fréze po obvodu ostří nožů a zarovnává břity do řezné kružnice.
- Na hřbetu nože se vytvoří **zábřit**, jehož velikost z hlediska frézování a tvoření třísky nesmí překročit 0,2 mm.

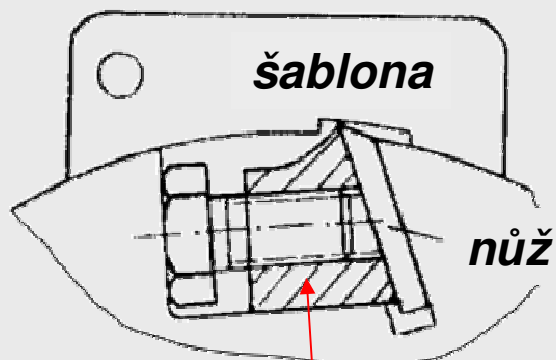
Egalizace břitů brusným kamenem přímo na stroji - jointování



- „absolutně“ přesné zbroušení břitů nožů do řezné kružnice
- vysoká kvalita frézovaného povrchu obrobku
- šířka fazetky by neměla být větší než 0,5 mm

2. Upínání frézovacích nožů v hoblovacích hlavách

Lichoběžníková lišta



Tlakové spojení
nože a těla
frézy

klopna



Provozní nevýhody:

- pouze silového upínání pomocí třecí síly: nebezpečí sklouznutím nebo vystřelením nožů při nedostatečném utahovacím momentu upnutí
- časově náročná montáž nožů z důvodu čištění a práce s mnoha nutnými upínacími šrouby (montážní přípravky)
- nebezpečí poranění při montáži nože

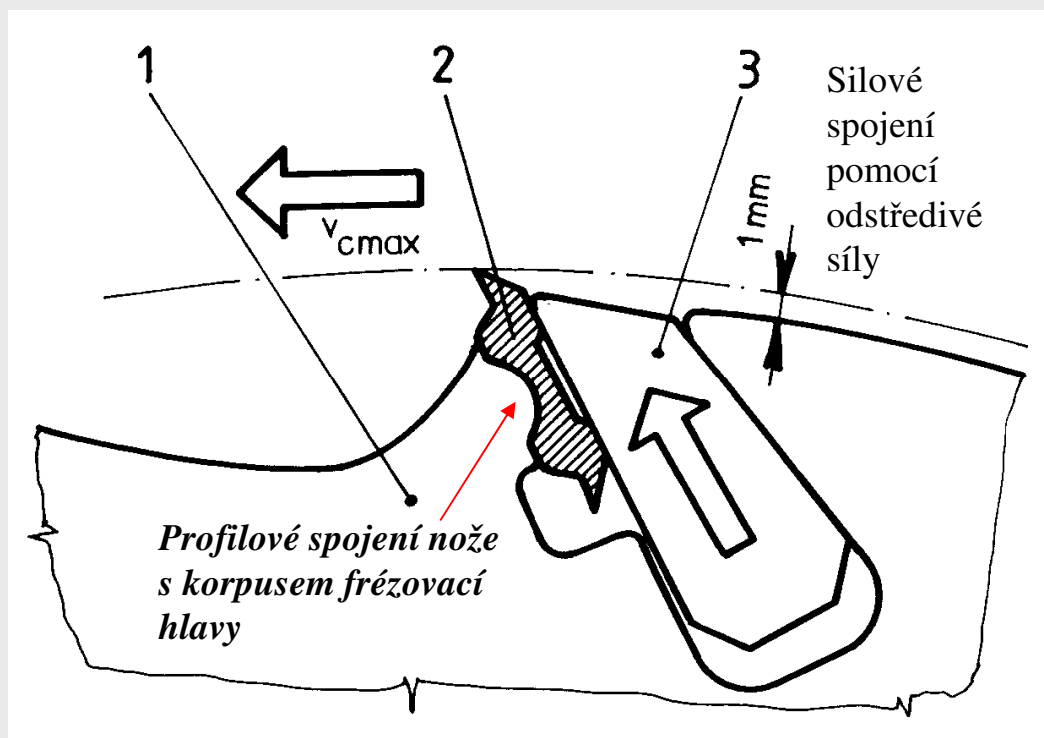
Upnutí nožů pro tvarové frézování



Provozní výhody:

- robustní upnutí nože (tvarové upnutí v jemném drážkování) , vhodné také pro extrémní zatížení nože při vysokých posuvech
- nože je možné přeastřovat v hlavě nebo demontované
- vysoká přesnost oběhu při ostření v nožové hlavě
- výška nože 30 nebo 35 mm několikanásobně ostřitelná.
- k dispozici pro přeastření 10 – 20 mm, podle použité výšky nože

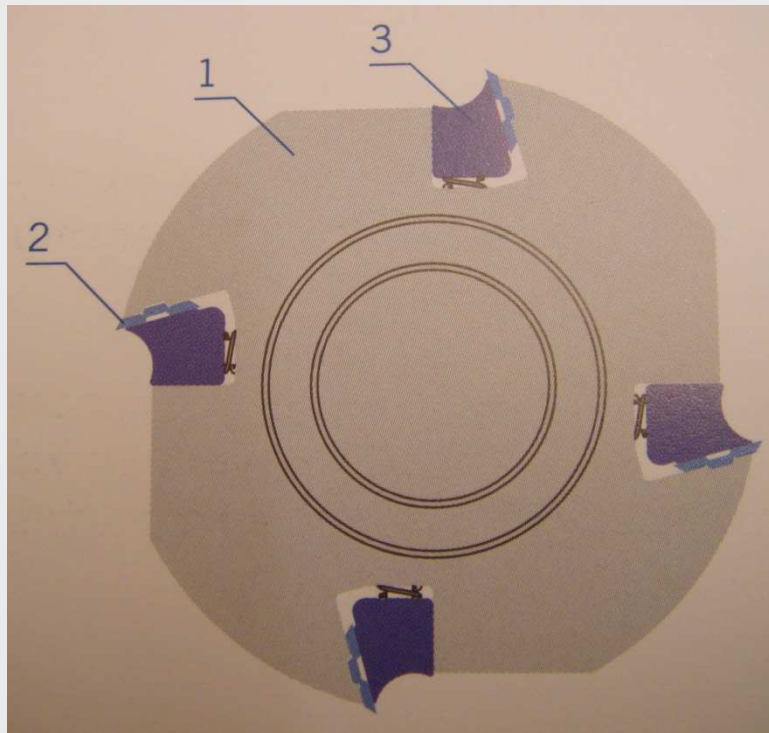
Přítlačná lišta s automatickým nastavením



1- hřídel, 2 – vyměnitelný hoblovací nůž,
3 – přítlačná lišta



- u hoblovacích a kombinovaných hoblovacích-tvarových nožových hlav
- u posuvu do max. 25 m/min.



Provozní výhody:

- rychlá výměna nože
- bezpečné upnutí nože pomocí tvarového upevnění a upnutí odstředivou silou
- konstantní průměr nástroje
- k výměně nože není nutné žádné nastavovací zařízení.

Provozní nevýhody:

- omezený odběr třísek nebo hloubka hoblování, maximálně 4-5 mm
- poměrně drahé náhradní nože, obzvlášť když jsou nože vyrobeny ze slinutých karbidů
- vyšší náklady na nástroje, ve srovnání s běžným upínáním, protože nože není možné přeastřit
- náhradní nože jsou závislé na výrobci a systému a nejsou libovolně zaměnitelné

Tangenciální upnutí břitových destiček u spirálových hoblovacích hlav



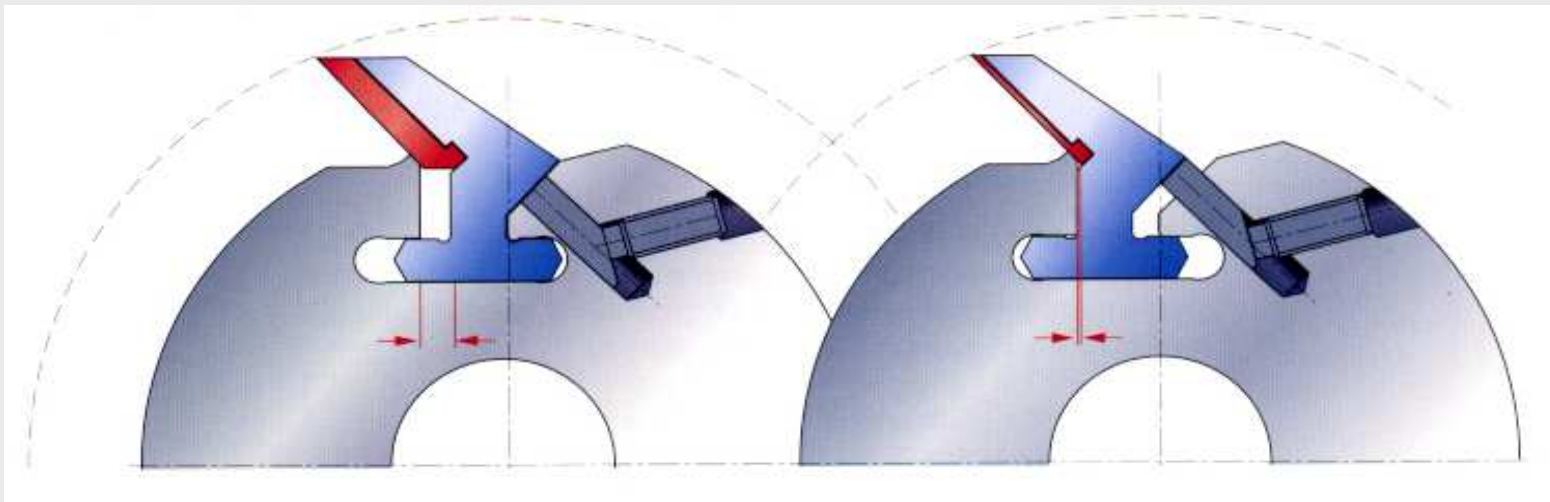
Použití:

- pro hrubé frézování s vyššími rychlostmi posuvu

Funkce:

- nože se na držák šroubují tangenciálně
- nízký hluk díky spirálovitému rozvržení řezu
- není nutný žádný upínací klín
- každá destička je 4-krát otočná

System upínání ProFix – patent firmy Leitz



Provozní výhody:

- i po několikanásobném přebroušení čela frézovacího nože je zachován průměr frézovací hlavy (důležitá podmínka zejména u profilových nožů!)
- nože jsou automaticky středěny na řeznou kružnici díky geometrii upínacího zařízení

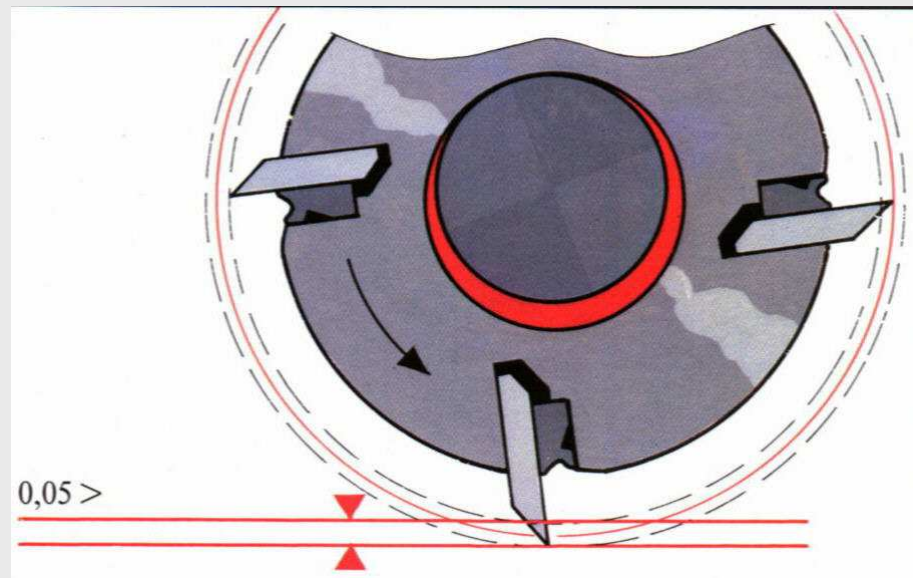


Mechanické upínání frézovací hlavy

- **H7 / h6**

Maximální mezera

- pro ϕ 60 mm
 $V_{\max} = 49 \mu\text{m}$,
- pro ϕ 40 mm
 $V_{\max} = 41 \mu\text{m}$
- pro ϕ 30 mm
 $V_{\max} = 34 \mu\text{m}$.



Nástroje s konvenčním upínáním

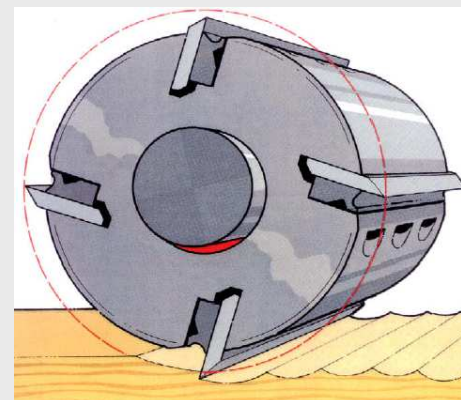
Kvalita frézování

Teorie

Vzorec:

$$f_z = \frac{v_f}{n \cdot z}$$

Praxe



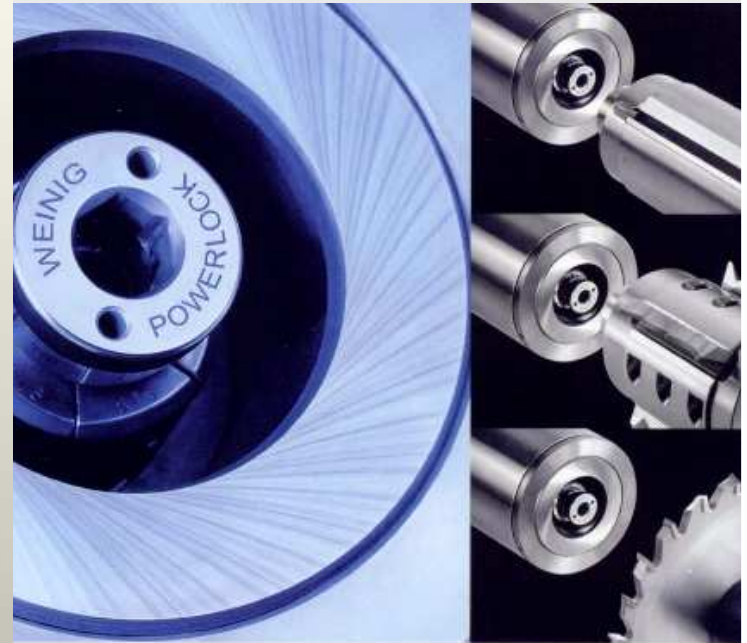
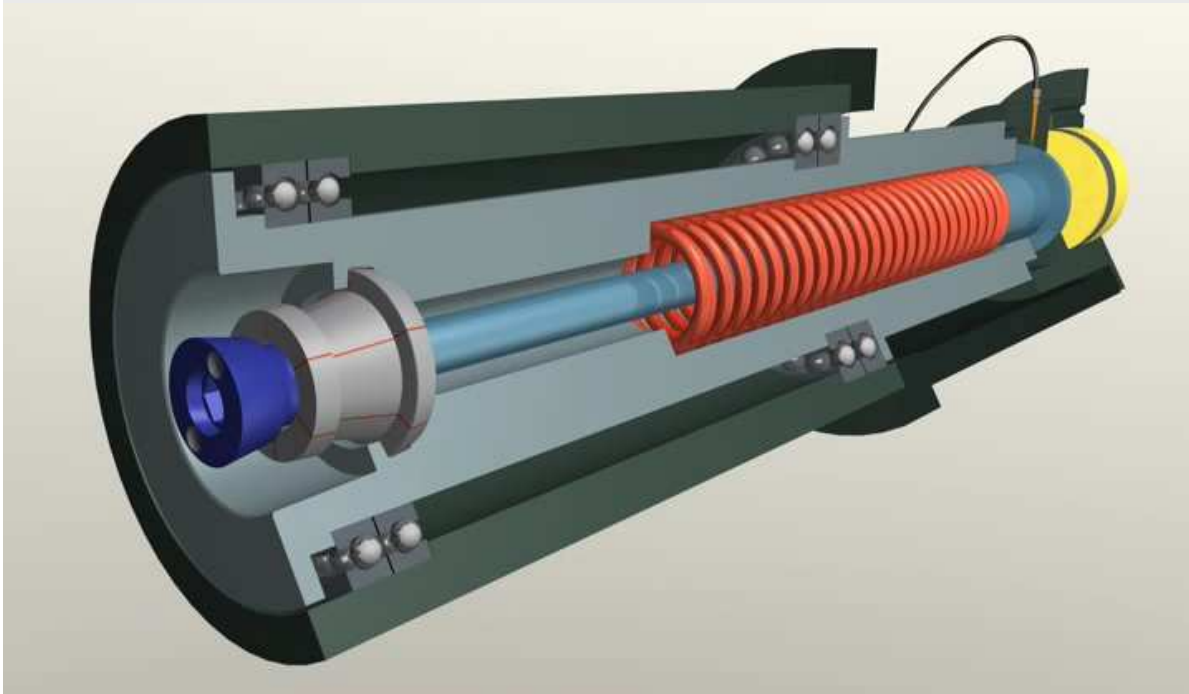
Příklad:

Rychlost posuvu (v_f) = 12 m/min
Otáčky vřetene (n) = 6000 rpm
Počet nožů (z) = 4

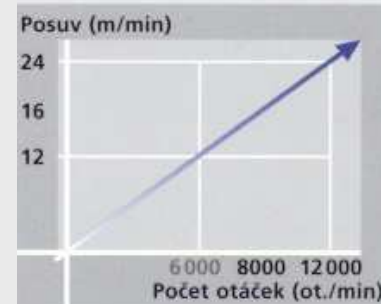
Rozteč vlnkování (S_z) = $\frac{12 \text{ m/min} \times 1000}{6000 \times 1 \cancel{4}} = 2 \text{ mm}$
(posuv na nůž)

Mechanicko-hydraulické upínání frézovacích hlav

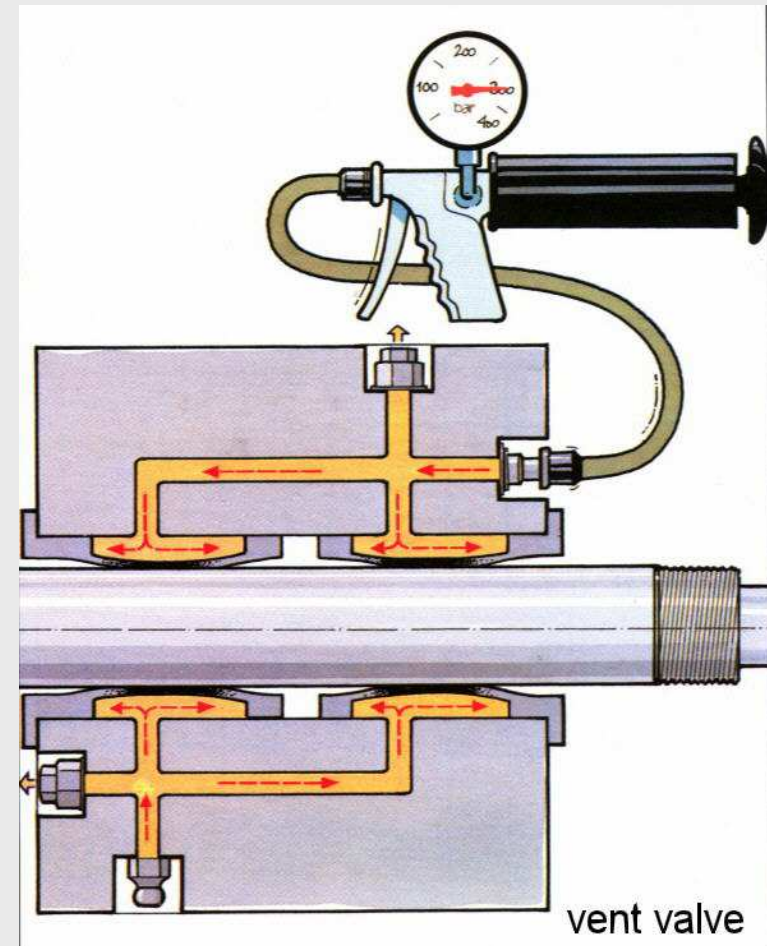
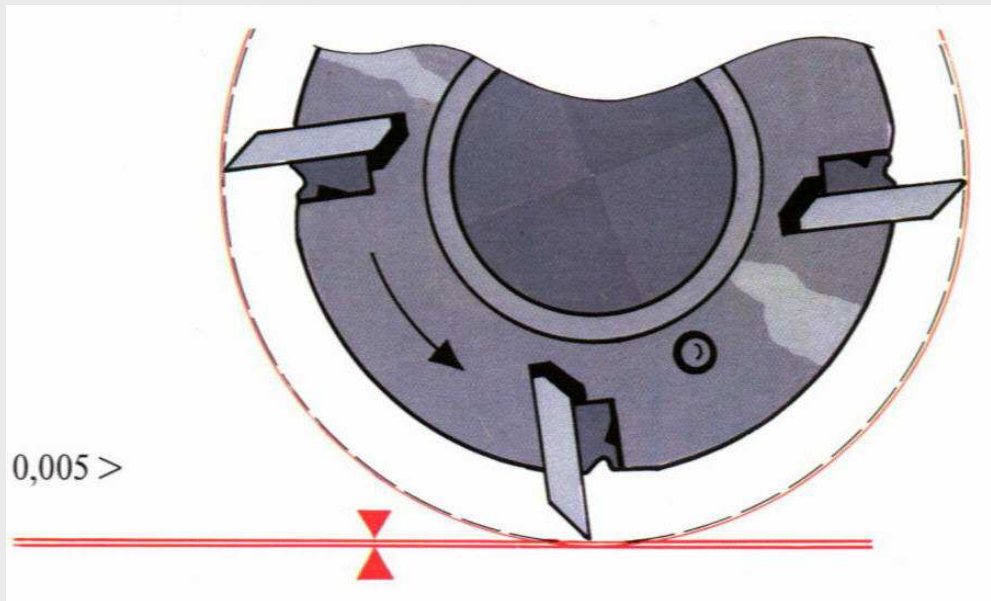
PowerLock-system Nová
třída Powermat Weinig



- nástroje se upínají bez vůle, max. vystředěné do kužele pomocí rozevírací kleštiny
- výměna nástroje je velmi rychlá (obvykle automatizovaná).



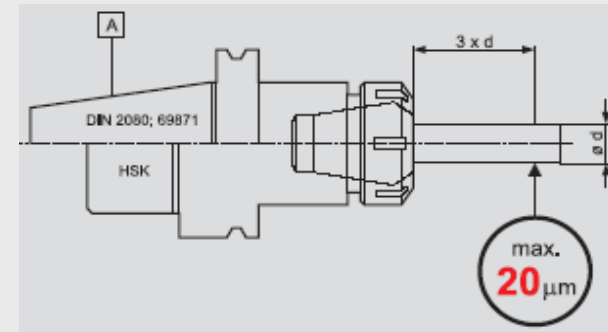
Hydraulické upínání frézovacích hlav



Source: Michael Weinig AG, Tauberbischofsheim, Germany

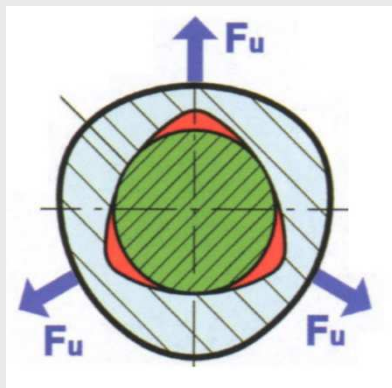
Upínání stopkových fréz a vrtáků

Mechanické upnutí
pomocí kleštin



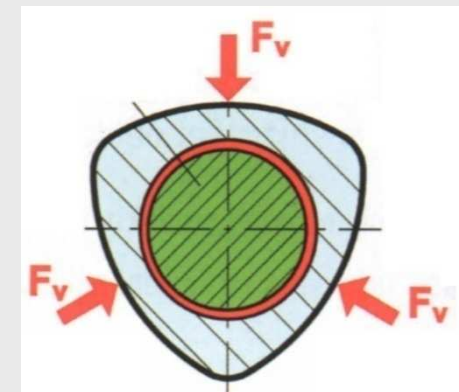
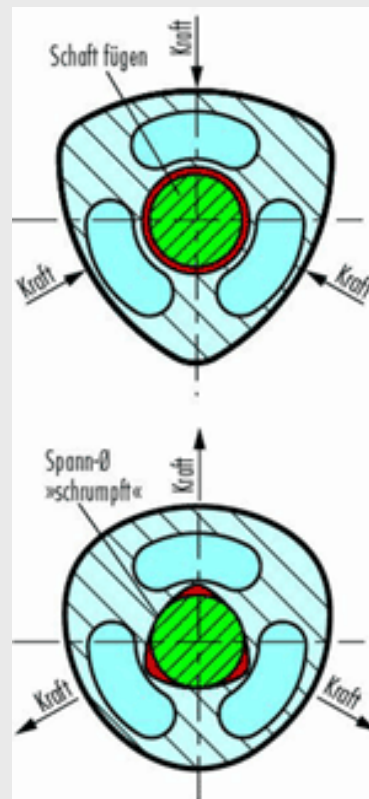
Upnutí přes kleštinu
s přesuvnou maticí na
upínací trn frézy a ten
potom do vřetene frézky

System TRIBOS



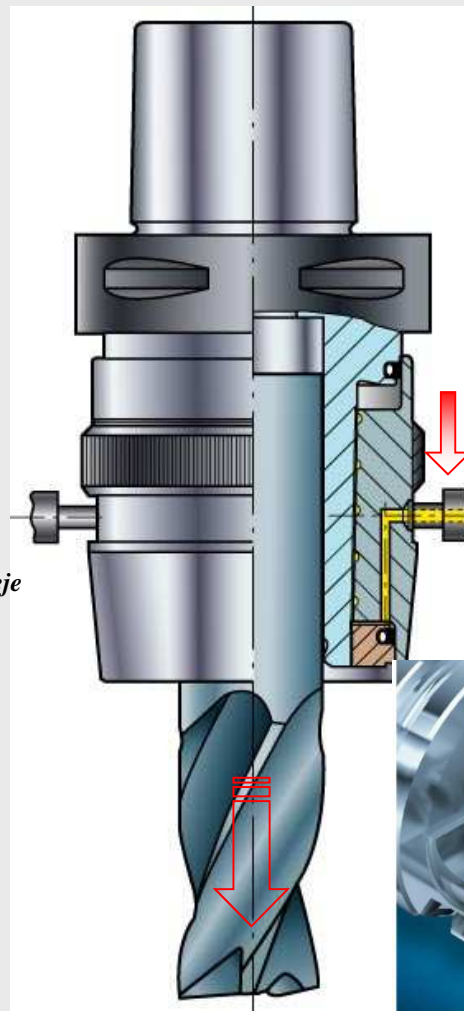
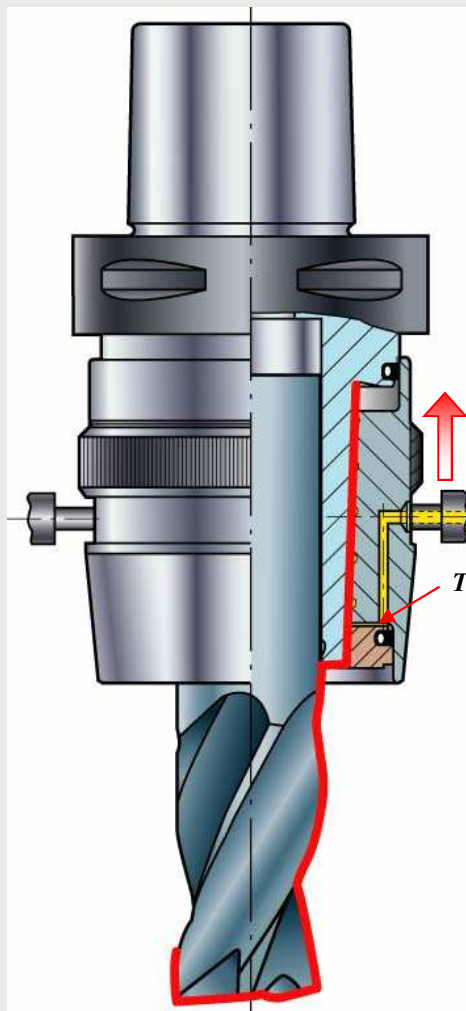
System nezatížený vnější silou – upnutí nástroje

- doba upínacího cyklu cca 30 s,
- bezúdržbový systém,
- nedochází k mechanickému opotřebování,
- vysoký stupeň vystředění nástroje: radiální házivost < 3 μm ,
- vysoký stupeň vyvážení: nevyváženost < 4 g.mm,

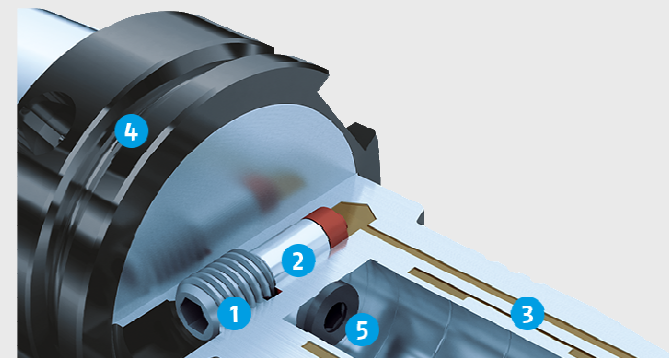


System zatížený vnější silou zasunutí nástroje

Hydro-mechanické upínání



System CoroGrip (fa Sandvik)



- 1 - tlakový šroub
- 2 - tlakový píst
- 3 - těsnění
- 4 - rozpínací objímka
- 5 - komorový systém
- 7 - nastavení délky šroubu
- 8 - nástroj
- 9 - drážky

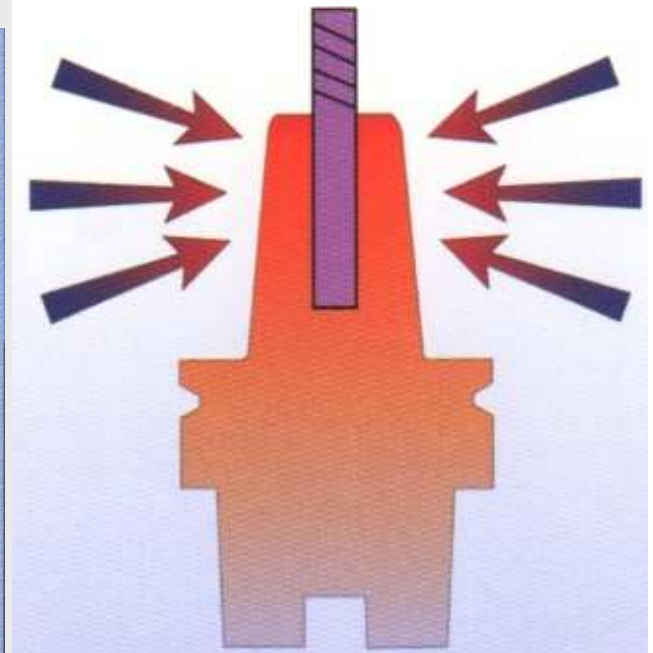
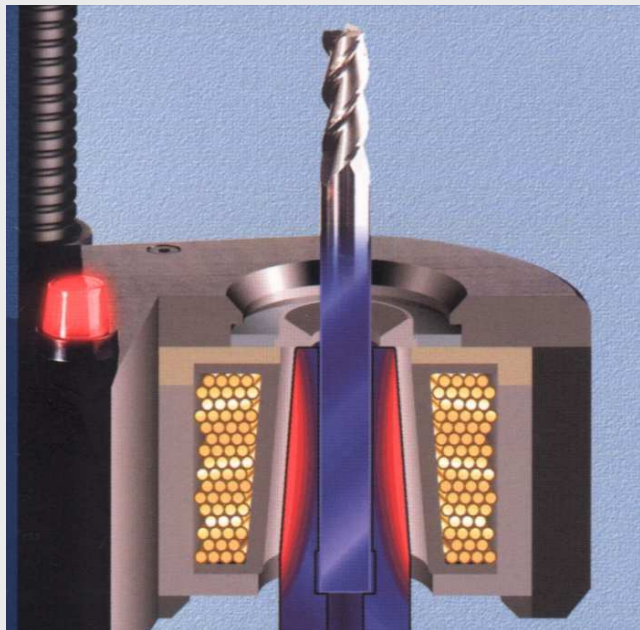
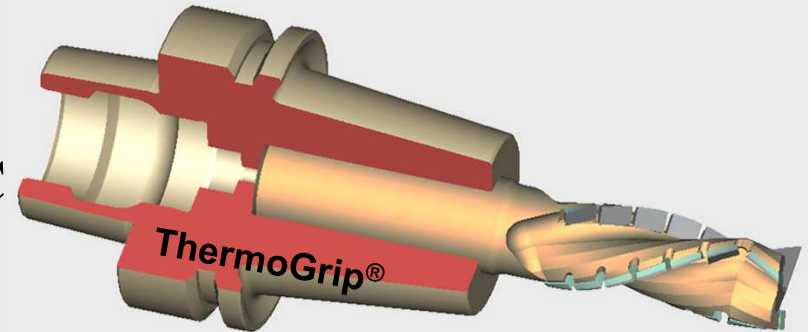
Termické upínání

Při upínání nástroje:

- indukční ohřev pouzdra na 250°C až 350°C

Při uvolnění nástroje:

- indukční ohřev pouzdra i nástroje na 250°C až 350°C
- rozdílná tepelná roztažnost materiálu pouzdra i nástroje zabezpečí vznik vůle



Děkuji za pozornost

