

Konstrukce řezné části nástrojů

Vývoj obráběcích nástrojů souvisí s vývojem nástrojových materiálů a se způsobem jejich výroby vedli postupně ke třem rozdílným způsobům konstrukce nástrojů (nebo alespoň jejich řezné části):

- nástroje monolitní
- nástroje pájené
- nástroje s mechanicky upevněným břitem

Volba vhodné konstrukce závisí na druhu a velikosti nástroje a jeho určení, na nástrojovém materiálu, počtu vyráběných nástrojů, dostupné technologii výroby, případně na dalších podmínkách. Proto se mnoho nástrojů vyrábí v několika alternativních provedeních.

Nástroje monolitní



Obr. Monolitní frézy a vrtáky většinou povlakované.

Celý nástroj, (nebo alespoň celá řezná část) je vyroben z jednoho druhu nástrojového materiálu. Původně se tato konstrukce používala pro nástroje z rychlořezné oceli ale v současnosti se stále častěji vyrábějí monolitní též malé nástroje ze slinutého karbidu.

Výhody monolitních nástrojů

- Jednoduchost – tedy většinou i snadná kusová i hromadná výroba (například výroba šroubových vrtáků válcováním, nebo odlévání fréz z rychlořezné oceli).
- Vysoká přesnost u vícebřitých nástrojů daná broušením průměru nástroje.
- Velký možný počet přeostření.

- U nástrojů ze slinutého karbidu navíc vysoká tuhost daná vysokým modulem pružnosti.

Nevýhodou monolitních nástrojů je vysoká spotřeba kvalitního nástrojového materiálu, která ale může být silně potlačena důslednou recyklací vyřazených nástrojů.

Monolitní nástroje z RO.

Jako monolitní z rychlořezné oceli se jednak vyrábějí nástroje pro méně náročné užití, nástroje velkých rozměrů, dále tvarově složité a speciální nástroje zvláště při malém počtu kusů. (vrtáky, závitníky, výstružníky, tvarové frézy a nože, protahovací trny, nástroje na výrobu ozubení).

Technologie výroby monolitních nástrojů závisí především na vyráběném množství. Pro malá množství, například výroba speciálních nástrojů, je nejběžnější soustružení a frézování, po kterém následuje tepelné zpracování a finální broušení. U nástrojů větších rozměrů se pro úsporu RO může přivážet stopka z oceli konstrukční. Při hromadné výrobě se obrábění nahrazuje vysoce produktivním válcováním za tepla (např. vrtáky) nebo odléváním. Velmi kvalitní nástroje se vyrábějí poměrně novou technologií vybrušováním do předem zakaleného polotovaru. Nedochozí k deformaci nástroje při tepelném zpracování a současně broušené drážky zajišťují lepší odvod třísek..

Pro usnadnění výroby některých speciálních nástrojů např. tvarových soustružnických nožů, se dodávají kalené a broušené polotovary z RO, do kterých se pouze vybrušuje požadovaný tvar ostří.

Monolitní nástroje z SK.



Používání tohoto typu nástrojů se v posledních letech velmi rozšířilo. Nejčastěji to jsou vrtáky a stopkové frézy většinou do průměru 20 mm. Původně velmi vysoká cena postupně klesá (nyní 2 až 3 násobek ceny nástrojů z RO) a převažují výhody výrazně vyšší možné rezné rychlosti.

Výroba monolitních SK nástrojů je značně náročná a vyžaduje zvláštní technologie. Polotovary se vyrábějí lisováním nebo vytlačováním z práškových polotovarů, následuje obrábění „za měkka“, pak slinování. Dokončování je možné pouze broušením diamantovými kotouči.

(Vizuálně jsou monolitní nástroje z SK a RO velmi podobné, výrazný rozdíl je patrný ve vyšší hmotnosti nástrojů karbidových.)

Obr. Monolitní frézy ze SK.

Monolitní nástroje z keramiky.

Jedná se o novinku několika posledních let. Vyrábějí se tak stopkové frézy malých průměrů jako doplněk velkých nástrojů s keramickými VBD.

Nástroje pájené

Spolu s nástupem slinutých karbidů byla vyvinuta technologie výroby nástrojů pájením. Do lůžka vytvořeného v řezné části nástroje je pájením upevněn břit nejčastěji ze SK, méně často z RO.



Obr. Vrták na hluboké otvory s pájenými destičkami.

Výhody pájených nástrojů

- Úspora nástrojového materiálu, u větších nástrojů do nástupu mechanického upínání jediné možné řešení
- Přesnost nástrojů stejná jako nástrojů monolitních.
- Pevný stabilní spoj s dobrou tepelnou vodivostí.
- Minimální prostorové požadavky na místo spoje.
- Jednoduchá a zvládnutá technologie výroby s možností automatizace.

Nevýhodou pájených nástrojů je poněkud složitější konstrukce a dále možnost vzniku pnutí a následných trhlin ve SK a možnost vzniku teplotních deformací jako následek ohřevu pro pájení. Při vyřazování pájených nástrojů se též většinou znehodnotí i zbytek břitové destičky ze SK.

Technologie pájení

Pájka musí splňovat požadavek dostatečné pevnosti za zvýšené teploty a značné tažnosti. Nejčastěji se používají pájky na bázi Cu. Nástroj se na pájecí teplotu ohřívá v plynové peci nebo elektricky odporově či indukčně. Pro dosažení požadované tloušťky pájky (viz dále) se buď vkládá mezi břitovou destičku a její lůžko síťka nebo se na jedné z pájených ploch vytvoří výstupky požadované výšky.

Vznik pnutí a případné praskání SK při pájení nebo následně při zatížení řeznými silami, je způsoben rozdílnými teplotními roztažnostmi materiálu destičky (většinou SK - součinitel tepelné roztažnosti $\alpha=5 \cdot 10^{-6}$) a materiálu držáku (konstrukční ocel $\alpha=12 \cdot 10^{-6}$). Při ochlazování pájeného spoje dochází k rozdílným rozměrovým změnám. Na pájené ploše destičky vzniká tlakové namáhání, na vnější ploše může vzniknout při nepříznivých poměrech i tahové namáhání, způsobující popraskání nebo vznik povrchových trhlin. Napětí vnesená pájením se posléze ještě kombinují s napětím působícím při obrábění vlivem nehomogenního teplotního pole a s napětími od řezných sil.

Částečného potlačení pnutí se dosáhne vhodně dimenzovaným pájeným spojem. Materiál pájky musí zčásti eliminovat nerovnoměrnost teplotních dilatací zásobou nejprve plastických, při nižších teplotách pak pružných deformací. Tato schopnost je závislá především na tloušťce pájky a na jejich mechanických vlastnostech. V zásadě platí, že čím delší je pájený spoj, (větší břitová destička), musí být dodržena větší tloušťka spoje proto, aby nedošlo vlivem smykového napětí ve spoji k jeho porušení.

Nástroje s mechanicky připevněným břitem

Mechanické upevňování břitů se začalo v konstrukci nástrojů velmi intenzivně používat v šedesátých letech. Důvodem byla především snaha o **zkrácení vedlejších časů** u nově zaváděných výkonných ale drahých numericky řízených strojů. (Po výměně břitové destičky v upnutém nástroji není nutné nové seřizování rozměrů.) Velice rychle se tento způsob konstrukce rozšířil od původně soustružnických noží na další typy nástrojů především frézy a vrtáky větších průměrů. U soustružnických noží a fréz větších rozměrů nástroje s vyměnitelnými břity vytlačují postupně z výroby a užití nástroje monolitní a pájené. Vzhledem k významu této konstrukce a k předpokladu jejího dalšího rozšíření je jí ve skriptech věnován značný prostor.

Základní myšlenka spočívá v mechanickém připevňování předem přesně vyrobených vyměnitelných řezných částí do lůžka v tělese nástroje. Jako vyměnitelné části jsou většinou používány tzv. **vyměnitelné břitové destičky**, ale objevují se i konstrukce využívající jiné prvky. Po opotřebení se nástroj nepřeostřuje, ale opotřebený břit se nahradí břitem novým na téže destičce, po opotřebení všech břitů se břitová destička vyřazuje. Břitové destičky se vyrábějí nejčastěji ze SK, většinou opatřeného některým typem povlaků. Řezná keramika a supertvrdé materiály se na obráběcí nástroje používají prakticky výhradně ve formě vyměnitelných břitových destiček. Pro speciální použití se dodávají břitové destičky z RO.



Výhody nástrojů s mechanicky upnutým břitem

- Podstatné zkrácení **vedlejších časů** obrábění protože se vyměňuje pouze opotřebený břit bez vyjímání nástroje ze stroje a bez nutnosti opětovného seřizování.
- Výroba břitových destiček lisováním umožňuje vytvoření velmi **složitých tvarů** destiček s optimalizovanou geometrií a dokonalých širokorozsahových **utvařečů** třísek, které jsou jinou technologií nevyrobitelné
- Je garantována **opakovatelnost** provedení břitu, odpadá individuálnost ručně přeostřovaných nástrojů. Tento argument je velice důležitý pro využívání nástrojů v bezobslužných pracovištích.
- Volbou vhodného materiálu břitové destičky lze snadno přizpůsobit nástroj druhu obráběného materiálu.

Obr. Nástroje s vyměnitelnými břit. destičkami

- Skladováním pouze vyměnitelných destiček se Výrazně zmenšuje rozsah skladového hospodářství.
- Mechanicky lze upevňovat i materiály, které není možno pájet (řeznou keramiku) a materiály, které pájení vlivem vnitřních pnutí může poškodit (křehké druhy SK).
- Výrazně se zjednodušuje oběh nástrojů v podniku. Odpadá sběr opotřebených nástrojů, jejich evidence, předávání do ostřírny apod.
- Dochází k úspoře materiálů těles nástrojů a nedochází ke znehodnocení zbytků SK jako u pájených nástrojů. Opotřebené břitové destičky je možno snadno recyklovat.

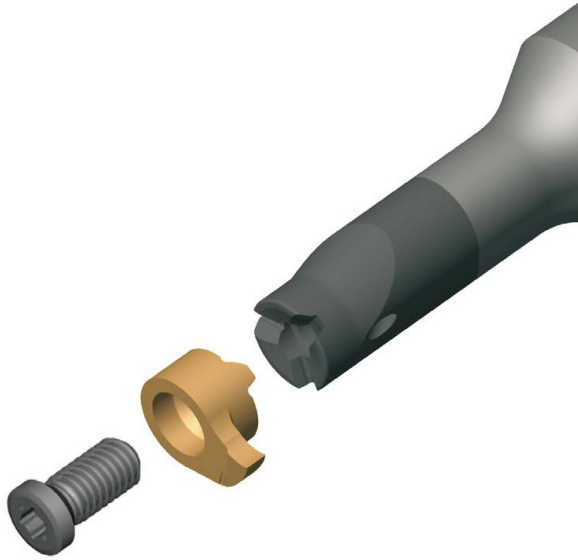
Nevýhody nástrojů s mechanicky upnutým břitem

- Výrazně vyšší **pořizovací náklady** ve srovnání s nástroji monolitními a pájenými. (Pro ilustraci: Soustružnický nůž 20x20 mm pájený 170,- Kč, nůž s VBD 1.600,- Kč.) Tato počáteční nevýhoda je časem eliminována dlouhodobým používáním základního tělesa a odbouráním nákladů na přestřování a snížením vedlejších časů.
- Upínací mechanismus vychází vždy náročný na prostor. Proto se tento způsob konstrukce nedá použít u nástrojů malých rozměrů. Hranice použitelnosti se ale neustále posouvá k menším nástrojům například stopkové frézy s VBD se běžně vyrábějí již od průměru 8 mm.
- Přesnost polohy břitu mechanicky upevněného je vždy horší než břitu vyostřeného na monolitním či pájeném nástroji. Je to dáno součtovou chybou rozměrů břitové destičky a tělesa nástroje, případně ještě chybou upnutí destičky. Tato nevýhoda do určité míry znemožňuje užití vícebřitých dokončovacích nástrojů.
- Konstrukce a výroba nástrojů s vyměnitelnými destičkami je výrazně náročnější a vyžaduje dokonalé (a tím drahé) strojní zařízení. Výroba jednoúčelových nástrojů tohoto typu v podnikových nástrojárnách, (která je běžná u nástrojů monolitních případně pájených) je značně problematická. Na druhé straně však vznikají výrobci, kteří mají danou technologii zvládnutou a nabízejí konstrukci a výrobu speciálních jednoúčelových nástrojů s využitím vyměnitelných břitových destiček. Problém konstrukce jednoúčelových nástrojů je možno řešit i užitím tzv. stavitelných držáků jak bude popsáno dále.

Vzhledem k tomu, že problematika nástrojů s VBD je velmi rozsáhlá, následují samostatné kapitoly věnované břitovým destičkám a upínacím systémům. V některých případech není použití VBD možné (např. z rozměrových důvodů). Vznikají proto různé jiné konstrukce výměnné řezné části viz obr. využívající specifické způsoby upnutí výměnné části.



Obr. Vrták a fréza s výměnnou řeznou částí.



Obr. Vnitřní zapichovací nůž s výměnnou řeznou částí.