

# NOVÉ SMĚRY VE VÝVOJI FRÉZOVACÍCH NÁSTROJŮ

Martin Horváth | Iscar  
Obrábění

**Moderní frézování jako metoda obrábění kovů vzniklo koncem 18. století a rychle se stalo jednou z hlavních technologií obrábění. Dnes si lze jen těžko představit výrobní prostor, v němž by se neuplatňovaly výrobní stroje. Frézování je základním výrobním procesem a nedílnou součástí technologie obrábění, která se řídí rostoucími požadavky výroby. Existují však specifické aspekty, které jedinečným způsobem ovlivňují vývoj frézování.**

[www.mmspektrum.com/240608](http://www.mmspektrum.com/240608)

V současné době jsme svědky významných změn ve výrobě, které budou mít zásadní vliv na vývoj v oblasti frézování. K těmto změnám přispívají různé faktory, jako je např. zvyšující se přesnost tvarování kovů, již se dosahuje prostřednictvím investičního lití (metodou vytavitelného modelu) a přesného kování, dále široké rozšíření 3D tisku, rostoucí využití nových kompozitních a slinutých materiálů, potřeba zvýšit produktivitu při obrábění těžko obrobitelných superslitin a slitin titanu a stále se zvyšující tlak na produkci elektrických a hybridních vozidel v automobilovém průmyslu.

## Nové obráběcí strategie

Kromě toho pokrok ve víceosých obráběcích strojích otevřel nové možnosti, pokud jde o přesné obrábění složitých dílů, a umožnil zavedení nových obráběcích strategií, zajišťujících zvýšení produktivity. V moderních technologických procesech se projevuje tendence výrazně snížit množství obráběného materiálu určeného pro hrubovací operace a současně se zvyšují požadavky na kvalitu a přesnost povrchu.

## Hlavní vývoj frézování

Pokrok ve frézování je proto stanoven potřebou vyšší produktivity, větší přesnosti a udržitelnosti frézovacích operací. V důsledku toho lze hlavní vývoj v oblasti frézování charakterizovat následovně:

1. Využití metody FMR (Fast Metal Removal) neboli metody obrábění s rychlými úběry materiálu, která se zaměřuje na zvýšení rychlosti úběru kovu – tím se výrazně zvýší řezná rychlost nebo posuv na zub a dosáhne se vyšší produktivity. Uplatní se přitom techniky, jako je např. HSM (High Speed Machining) – vysokorychlostní frézování – a při hrubovacích operacích frézování s vysokým posuvem HFM (High Feed Milling).
2. Zajištění vyšší přesnosti frézovacích operací.
3. Využití víceosých obráběcích center, která umožňují komplexní frézovací operace.
4. Pro adaptivní frézování je třeba vyvinout inteligentní frézovací systémy, které se v průběhu obrábění dokážou přizpůsobit měnícím se podmínkám.
5. Cílem udržitelnosti obrábění je snížení dopadu frézovacích operací na životní prostředí. To zahrnuje vývoj ekologických řezných kapalin, recyklaci a opětovné použití řezných materiálů a používání energeticky účinných obráběcích strojů a nástrojů.

## Součinnost klíčových komponent

Úspěch v těchto oblastech závisí na součinnosti několika klíčových komponent, a to obráběcích strojů, řezných nástrojů a systémů počítačového inženýrství (CAE). Například vysokorychlostní frézování vyžaduje technologie obráběcích strojů schopné zvládnout mimořádně vysoké otáčky a neobejde se bez pokročilých řezných nástrojů a povlaků pro frézovací nástroje. Současně zvýšení přesnosti frézovacích operací vyžaduje nejen nástroje s užšími tolerancemi, ale také zdokonalené řídicí systémy a vylepšené pohony lineárních motorů.



Obr. 1. Sedmibřité monolitní frézy EC-E7/H7-CF z řady Chatterfree s nepravidelnou zubovou roztečí a různým úhlem stoupání šroubovice.

## Využití nejmodernějších monitorovacích systémů

V případě víceosého frézování spočívá průlom v přidání účinnější řízených os pohybu, stejně jako v použití vhodných řezných geometrií frézovacích nástrojů. Adaptivní frézování zahrnuje inovace, jako je např. využití nejmodernějších monitorovacích systémů, vysoce citlivých senzorů a účinných algoritmů (pro optimalizaci řezných dat a dráhy nástroje v reálném čase). Pokrok v oblasti udržitelnosti navíc vyžaduje energeticky úsporné strategie frézování, tedy takové, které využívají vhodné obráběcí stroje, řezné nástroje a ekologické způsoby chlazení.

## Směr vývoje frézovacích vyměnitelných břitových destiček

- a) Neustálý vývoj pokročilých řezných materiálů je probíhající proces zdokonalování řezných materiálů pro výrobu vyměnitelných destiček, který zahrnuje také vývoj pokročilých jakostí karbidů, jednotlivých druhů keramiky a ultra tvrdých řezných materiálů.
- b) Neustálý výzkum a vývoj v technologii povlakování se zaměřuje na odolnější povlaky, které zvyšují odolnost proti opotřebení a nežádoucímu přenosu tepla do řezného materiálu a zároveň vyhlazují jeho povrch (aby se usnadnil odchod třísky).
- c) Progresivní řezná geometrie optimalizuje geometrii destičky, aby se zlepšil řezný účinek, snížily se řezné síly a zlepšila se tvorba třísek a jejich odchod z místa řezu.
- d) Efektivní využití řezného materiálu zahrnuje inteligentní konstrukci břitových destiček, maximalizující počet využitelných řezných hran.



**Obr. 2.** Čelní fréza HSM90S FAL-22 z řady Helialu slouží k obrábění hliníku při extrémně vysokých řezných rychlostech. Lůžko destičky je speciálně konstruováno tak, aby byl eliminován radiální posun břitové destičky, ke kterému může dojít v důsledku vysokých odstředivých sil.

Kromě toho chytrá výroba vyžaduje integraci digitalizace do frézovacích operací a frézovacích nástrojů. Pokud jde o frézovací nástroje, digitální dvojčata a příslušné softwarové aplikace se již staly „povinnými“ prvky komplexního sortimentu nástrojů.

### Jak mohou výrobci řezných nástrojů tuto výzvu zvládnout?

Je obor výroby řezných nástrojů, který je v kovovýrobě často považován za konzervativní, schopen včas reagovat na současné požadavky? Které frézovací nástroje jsou správnou volbou a jsou v souladu s novými trendy? Neustálý vývoj nových řezných nástrojů společnosti Iscar a zdokonalování těch stávajících jistě poskytnou odpověď.

### Konstantní zatížení bříty

Při vysokorychlostním trochoidním frézování se nástroj pohybuje po křivočaré dráze, čímž se udržuje konstantní zatížení bříty a čímž se během vnikání materiálu eliminují náhlé skoky v zatížení. Tato strategie je vysoce účinná při frézování hlubokých drážek, kapes a dutin, zejména při nízké stabilitě obrábění. Kromě toho trochoidní frézování vykazuje vynikající výsledky při frézování těžko obrábitelných materiálů, jako jsou tvrdé oceli nebo vysokoteplotní superslitiny (HTSA). Nové, sedmibřité monolitní karbidové frézy EC-E7/H7-CF z řady Chatterfree jsou speciálně navrženy pro metodu trochoidního frézování. Tato řada nástrojů je charakteristická nepravidelnou zubovou roztečí a různým úhlem stoupání šroubovice, aby se zajistilo lepší dynamické chování. Tyto frézy jsou k dispozici v průměrech 2–20 mm (obr. 1).



**Obr. 4.** Sortiment tří různých konceptů nástrojů Iscar se soudečkovou geometrií pro 3D tvarové obrábění.

### Vysoce produktivní frézování

Na moderních obráběcích strojích lze dosáhnout vysoce produktivního frézování hliníkových slitin při extrémně vysokých otáčkách vřetena, které dosahují až 33 000 ot.min<sup>-1</sup>. Pro tyto náročné řezné podmínky vyvinula společnost Iscar čelní nástřenné frézy, které umožňují upnout superpozitivní destičky HSM90S APCR 2207 s leštěným čelem o maximální hloubce řezu až 22 mm (obr. 2). Frézy HSM90S FAL-22 z řady nástrojů Helialu mají speciálně konstruované lůžko, aby se eliminoval radiální posun destiček, ke kterému může dojít v důsledku velkých odstředivých sil, vznikajících při velmi vysokých otáčkách.

### Ucelená řada nástrojů pro HFM

Frézování s vysokým posuvem (HFM – High Feed Milling) se stalo široce rozšířenou metodou pro efektivní hrubování tvarově složitých i rovinných ploch. Společnost Iscar nabízí ucelenou řadu nástrojů pro obrábění s vysokým posuvem, které splňují požadavky různých průmyslových aplikací. V poslední době byl sortiment rozšířen o další nové nástroje. Například řada nástrojů Logiq-4-Feed se specifickým tvarem destičky (obr. 3) byla rozšířena o větší destičky FFX4 XNM0-08, které se montují do těles FFX4 FD-08 o průměrech 50–125 mm. Tyto nové produkty významně rozšiřují rozsah použití, zejména při frézování velkých dutin s vysokým posuvem (při obrábění forem a zápustek). Další novinkou jsou rychloposuvové čelní frézy FFQ8-12 z řady Neofeed, do kterých se pro zvýšení hospodárnosti upínají oboustranné čtvercové destičky s osmi řeznými hranami.



**Obr. 3.** Fréza z řady Logiq-4-Feed s vyměnitelnými destičkami se specifickým tvarem (ve tvaru kosti) rozšiřuje možnosti frézování s vysokým posuvem (HFM) při obrábění forem a zápustek.

### Barelové frézy

Pokrok ve víceosých obráběcích strojích a systémech CAD/CAM umožnil přesné frézování 3D tvarových ploch, a to jen s minimálním množstvím materiálu odebraného pomocí barelových fréz. Společnost Iscar pro tyto účely nabízí tři různé koncepty nástrojů: monolitní karbidové frézy, vyměnitelné karbidové hlavice Multi-Master se závitovým spojením a dvoubřité vyměnitelné destičky HCT-QF a HLB-QF (obr. 4).

### Zvýšení řezné rychlosti

Řezná keramika umožňuje při frézování vysokoteplotních superslitin (HTSA) další podstatné zvýšení řezné rychlosti, a to až 1 000 m.min<sup>-1</sup>. Mezi nejnovější nástroje Iscar z řezné keramiky patří trojbřité celokeramické frézy EC-E3-CE, sedmibřité celokeramické frézy EC-E7-CE a také ekonomické oboustranné kruhové keramické destičky RNGN, jež jsou dostupné v několika typech; jsou jimi černá keramika, whiskerová keramika a keramika Sialon. Tyto destičky se upínají do čelních nástřenných fréz FRN. Výše uvedené příklady ukazují hlavní směry vývoje frézovacích nástrojů. S novými požadavky se objevují nová řešení a tyto nové výzvy budou hnací silou v hledání inovativních konstrukcí nástrojů. ■