

NÁSTROJE PRO VYSOKORYCHLOSTNÍ FRÉZOVÁNÍ HLINÍKU

Zpracováno redakcí podle podkladů společnosti Iscar
Obrábění

Vysokorychlostní frézování hliníku v současnosti posouvá hranice možností. Když se řezné rychlosti zvednou na dvojnásobek či čtyřnásobek běžných hodnot a otáčky míří k 30 000 min⁻¹, stává se z konstrukce nástroje disciplína na hranici fyzikálních limitů. Nároky na vyvážení, tuhost a bezpečné upnutí je proto nutné zohledňovat už při konstrukci nástroje.

www.mmspektrum.com/251211

Vysokorychlostní frézování (HSM) hliníku a jeho slitin využívá řezné rychlosti výrazně vyšší než běžné hodnoty. Tento přístup umožňuje efektivní úběr materiálu a zároveň dosažení výborné kvality povrchu i přesnosti obroběných ploch. Přestože neexistuje striktní definice toho, jaké přesné výše by měly dosahovat řezné rychlosti HSM, obecně se přijímá, že jde o hodnoty přibližně 1,5 až 4× vyšší než standardní. Pro dosažení těchto rychlostí je nutné provozovat frézovací nástroje při extrémně vysokých otáčkách, které často dosahují 30 000 min⁻¹ a více.

Z konstrukčního hlediska lze, podobně jako je tomu v případě univerzálních frézovacích nástrojů, řezné nástroje pro vysokorychlostní frézování (HSM) hliníku a jeho slitin (zde souhrnně nazývané jako hliník) standardně dělit do tří skupin:

- frézy s vyměnitelnými destičkami;
- monolitní nástroje, převážně monolitní karbidové stopkové frézy;
- sestavné monolitní karbidové stopkové frézy (SCEM), které upínají vyměnitelné, převážně karbidové, řezné hlavice (např. systém Multi-Master od společnosti Iscar).

S rychlostí rostou nároky

Obrábění při mimořádně vysokých otáčkách vyžaduje, aby frézovací nástroje odolávaly značnému odstředivému zatížení, zachovávaly vysokou kvalitu vyvážení a zajišťovaly bezpečný provoz. Klíčovým cílem je dosáhnout již ve fázi konstrukce takového rozložení hmoty, které je teoreticky souměrné kolem osy nástroje, tedy vytvořit nástroj s konstrukčně daným vyvážením („balanced-by-design“). Toto konstrukční vyvážení se vztahuje k virtuálnímu modelu nástroje a pochopitelně nenahrazuje fyzické vyvážení hotového výrobku; promyšlená konstrukce však výrazně snižuje zbytkovou nevyváženost hmoty u vyrobeného nástroje, a následně fyzické vyvážení je díky tomu rychlejší, jednodušší a spolehlivější.

Monolitní nástroje a vyměnitelné monolitní řezné hlavice (konstruované na obdobných principech) jsou v podstatě jednolitě celky.

Díky tomu je výrazně snazší dosáhnout konstrukčně daného vyvážení, a to zejména při použití 3D modelování v moderním prostředí CAD. Oproti tomu vůči frézám s vyměnitelnými destičkami, které se skládají z více sestavených prvků, jsou požadavky vysokorychlostního obrábění mimořádně náročné.



Obr. 1. Čelní nástrčná fréza FRW z řady Mill-Shred osazená kruhovou destičkou RCMT-FW s dělenou řeznou hranou v jakosti karbidu IC28 pro obrábění materiálů skupiny ISO N.

Konstrukce fréz s vyměnitelnými destičkami určených pro vysokorychlostní frézování hliníku a jeho slitin se zaměřuje na řešení specifických náročných požadavků HSM. Mezi ně patří například:

- zabránění radiálnímu posunu destičky v lůžku způsobenému výraznými odstředivými silami;
- snížení hmotnosti jednotlivých komponent nástroje, aby se omezilo odstředivé zatížení;
- zajištění klidného, lehkého řezu, a to i při operacích vyžadujících dlouhé vyložení nástroje;
- optimalizace profilu drážky pro odvod třísky tak, aby poskytoval maximální prostor pro odvod třísky, a těleso nástroje si zároveň zachovalo potřebnou pevnost jádra;

- propracovaná konstrukce kanálů vnitřního chlazení pro co nejúčinnější chlazení v místě řezu a další.

Typologie specializovaných nástrojů

Stručný přehled produktů společnosti Iscar pro frézování hliníku s nástroji s vyměnitelnými destičkami a hlavicemi lze považovat za ukázkový příklad toho, jak špičkoví výrobci řezných nástrojů dokážou reagovat na tyto výzvy. Tyto nástroje lze rozdělit do tří skupin:

- univerzální frézovací nástroje vhodné pro práci v běžném rozsahu řezných rychlostí;
- vysoce výkonné HSM frézy, speciálně konstruované pro obrábění při extrémně vysokých řezných rychlostech;
- výkonné frézy s rozšířenými možnostmi zanořování po rampě, umožňující obrábění při řezných rychlostech, které se pohybují mezi rozsahy prvních dvou typů.

Nástroje první skupiny čítají univerzální frézy osazené vyměnitelnými destičkami vhodnými pro frézování různých materiálů, a to včetně destiček určených speciálně pro hliník. Tyto frézy se používají především pro obrábění širokého spektra konstrukčních materiálů, přičemž

umožňují upínání destiček se stejným základním tvarem a stejnými upínacími a dosedacími plochami, které určují jejich přesnou polohu v lůžku. Osazením destiček s odlišnou geometrií čela a hřbetu lze tyto nástroje uzpůsobit pro efektivní obrábění konkrétních typů materiálů. Frézy první skupiny se obvykle provozují při řezných rychlostech nepřesahujících 1 000 m.min⁻¹.

Při vysokorychlostním obrábění (HSM) za mimořádně vysokých otáček působí na nástroj výrazné odstředivé síly. Aby se zabránilo radiálnímu posunu destiček vlivem těchto sil, jsou nástroje druhé skupiny vybaveny mechanismem pro jejich zajištění v lůžku. Díky tomu lze výrazně zvýšit řezné rychlosti, a to až na 5 000 m.min⁻¹ při malém radiálním záběru.

Třetí skupina nástrojů byla vyvinuta pro aplikace vyžadující intenzivní zanořování po rampě. Agresivní řezná geometrie destiček používaných v těchto nástrojích umožňuje dosahovat řezných rychlostí až 2 000 m.min⁻¹.

Při vysokorychlostním frézování hliníku působí zvýšené odstředivé síly značným zatížením také na upínací šrouby destiček. Pro zajištění vysoké spolehlivosti je nutné tyto šrouby měnit v souladu s pokyny výrobce pro konkrétní nástroj. Výrobce Iscar obecně doporučuje vyměnit upínací šroub po každé 10. výměně destičky.

U některých nástrojů pro HSM jsou destičky dodávány společně s upínacími šrouby v jedné sadě. Destičky a šrouby jsou vybírány v úzkých tolerancích, aby splnily požadovanou třídu vyvážení sestaveného nástroje – v takových případech je nutné vyměnit šrouby při každé výměně destiček.

Je důležité zdůraznit, že požadavky na vyvážení se nevztahují pouze na sestavu samotného nástroje, tedy na těleso, destičky a upínací prvky, jako jsou šrouby. Vyvážený musí být celý nástrojový systém – tedy vlastní nástrojová sestava, základní adaptér upnutý ve vřetenu obráběcího centra i všechny případné mezikusy (prodloužení nebo redukce). Na tuto striktní povinnost upozorňuje také norma ISO 16084.

Nové nástroje a vývojové trendy

Skupina univerzálních frézovacích nástrojů s vyměnitelnými destičkami byla rozšířena o několik originálních konstrukčních řešení – například do sortimentu těles osazených kruhovými destičkami přibýly nové varianty určené pro obrábění hliníku a dalších neželezných kovů. Tyto destičky mají leštěné čelo, které zlepšuje odchod třísky a zabraňuje tvorbě nárustku na břítu. Vyrábějí se ve dvou provedeních: s konvenční řeznou hranou a s řeznou hranou s děleným ostřím.

Destičky RCCT-MO s konvenční řeznou hranou se obvykle používají pro polodokončovací operace, zatímco destičky RCMT-FW s děleným ostřím jsou primárně určeny pro hrubování a obrábění v nestabilních podmínkách, například při dlouhém vložení nástroje nebo při obrábění tenkostěnných obrobků (obr. 1).

Oba typy destiček jsou nabízeny ve velikostech 10, 12, 16 a 20 mm v jakosti karbidu IC28. Lze je upnout do čelních nástrčných fréz FRW, do těles ERW-M systému FlexFit a také do stopkových fréz ERW.

Nedávno uvedená frézovací tělesa se závitovým spojením Multi-Master a FlexFit jsou nově dostupná také ve variantě s vysokotlakým přívodem chladicí kapaliny (HPC) a představují další příklad tohoto vývoje (obr. 2). Do těchto fréz se upínají osvědčené destičky HM90 AXCR z řady HeliAlu s řeznou hranou ve šroubovici. Konstrukce přívodu chladiva prošla optimalizací s využitím simulace výpočetní dynamiky kapalin (CFD), aby bylo dosaženo co nejvyššího průtoku při minimální tlakové ztrátě. Závitové upínání systémů Multi-Master a FlexFit významně



Obr. 2. Devadesátistupňová frézovací hlavice HM90 EAL D32-3-M16-15-JHP systému FlexFit s kanálky pro vysokotlaké chlazení JHP a vyústěním chladiva ke každému břítu.

rozšiřuje možnosti konfigurace nástroje díky kompatibilitě s rozsáhlou nabídkou stávajících stopek, adaptérů, prodloužení a redukci.

V posledních letech Iscar výrazně rozšířil nabídku frézovacích nástrojů s vyměnitelnými destičkami pro obrábění hliníku, které jsou konstruovány pro velmi vysoké řezné rychlosti s cílem maximalizovat úběr materiálu (MRR). Tyto nástroje jsou navrženy tak, aby zabránily radiálnímu pohybu destiček v lůžku tělesa způsobenému silnými odstředivými silami. Speciální tvar lůžka tak účinně brání posunu destičky a zajišťuje spolehlivé řezné podmínky i při dlouhodobém vysokorychlostním obrábění. Nejnovější vývoj dále rozšiřuje výkon této nástrojové řady o nové nástroje určené pro upínání větších destiček, které umožňují dosahovat hloubky řezu až 22 mm (obr. 3). Toto rozšíření umožňuje efektivněji využít moderní, výkonná obráběcí centra s vysokootáčkovými vřeteny.

Nejnovějším přírůstkem portfolia je nedávno představená destička s děleným ostřím s maximální hloubkou řezu 13,5 mm, dostupná v nepovlakovaném karbidu IC28 pro obrábění neželezných materiálů. Tato destička kombinuje leštěné čelo, velmi pozitivní geometrii a ostré dělené ostří pro účinné dělení třísky. Dělení širokých třísek na malé segmenty výrazně zlepšuje odvod třísky, snižuje riziko jejího opětovného přezčívání, zvyšuje dynamickou stabilitu

nástroje a umožňuje použití vyšších posuvů. Výsledkem je podstatné zvýšení produktivity zejména při hrubovacích operacích. Destičku lze upnout do stávajících vysokorychlostních fréz z řady HeliAlu, a to konkrétně do čelních nástrčných fréz HSM90S FAL o průměru 50 mm a do prodloužených stopkových fréz HSM90S EAL o průměru 32 mm.

Také monolitní karbidové stopkové frézy (SCEM) a sestavné nástroje s vyměnitelnými karbidovými hlavicemi přirozeně procházejí neustálým vývojem; nejnovější inovace zahrnují několik monolitních fréz i hlavic s různou geometrií. Příkladem je čtyřbřitá hlavička Multi-Master o průměru 32 mm, která využívá střídavé stoupání šroubovice pro zlepšení dynamické stability nástroje. Tato konstrukce zajišťuje konzistentní a klidné řezné podmínky v širokém spektru operací od hrubování až po dokončování.

Pokrok v konstrukci obráběcích strojů výrazně rozšířil možnosti dosahovaných otáček i posuvů, což umožňuje práci při stále vyšších řezných rychlostech. Ultra-vysokorychlostní frézování hliníku se stává novým technologickým trendem, který současně klade zcela nové požadavky na konstrukci řezných nástrojů. Jakým způsobem se s těmito výzvami výrobci nástrojů nadále vypořádají, to ukáže až budoucí vývoj. ■



Obr. 3. Devadesátistupňová stopková fréza HSM90SFD50-3-63A/80MQL-22 s integrálním HSK, určená pro super pozitivní destičky HSM90S APCR 2207 s leštěným čelem (APMX 22 mm).