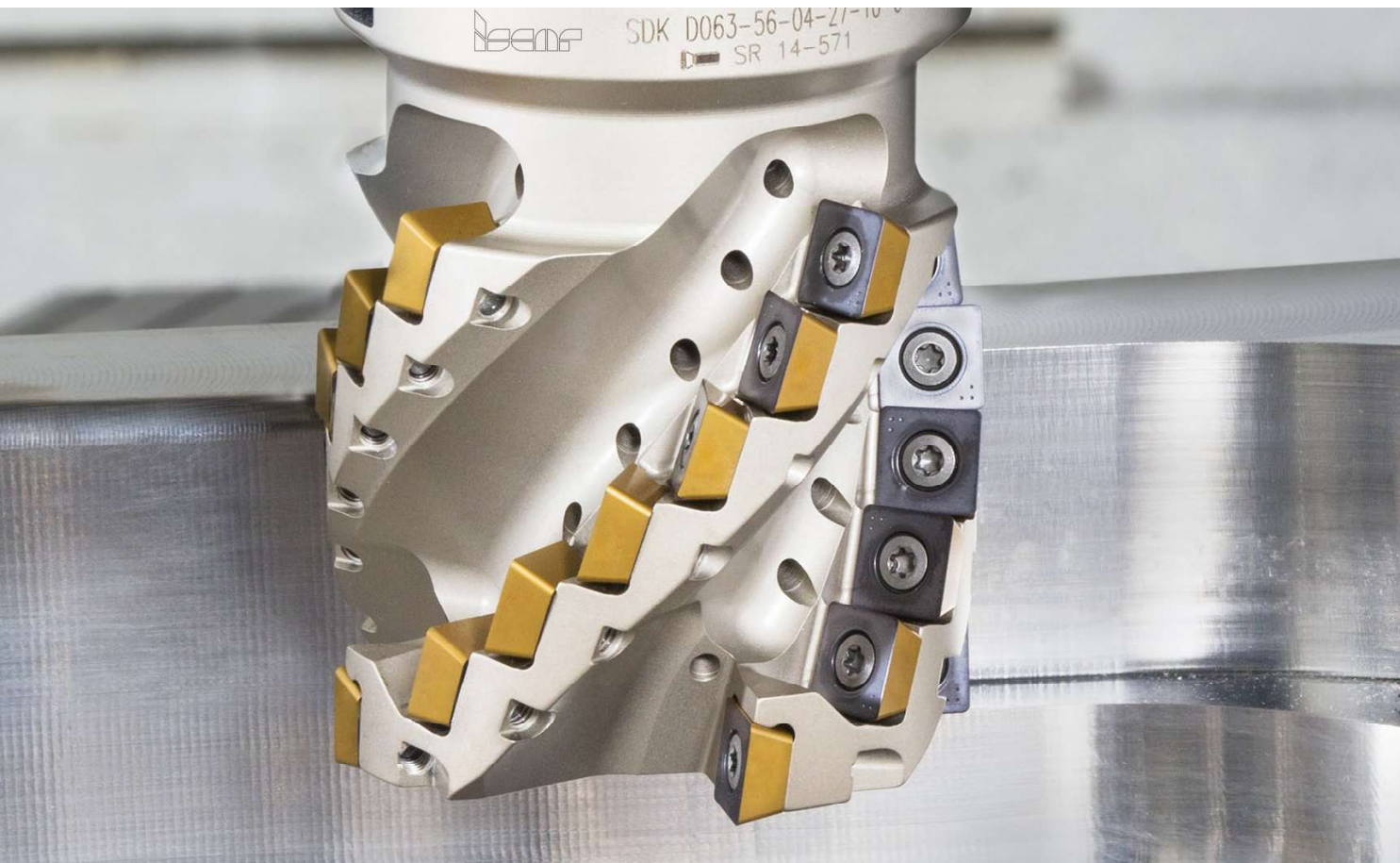


Nástroje ISCAR pro superslitiny na bázi titanu a niklu

Titanové slitiny a niklové superslitiny patří k nejobtížněji obrobitelným a navíc velmi drahým materiálům. Moderní nástrojové technologie ISCAR určené pro jejich obrábění proto cílí především na vyšší stabilitu procesu, delší životnost nástrojů a vysokou efektivitu výroby.



Titanové slitiny a niklové superslitiny se široce používají v leteckých aplikacích díky své vysoké mechanické pevnosti, odolnosti proti korozi a tepelné stabilitě za extrémních provozních podmínek. Navzdory svým výhodám v provozu představují tyto materiály významné obráběcí výzvy, které přímo ovlivňují životnost nástroje, integritu povrchu a celkovou stabilitu procesu. Aplikační znalosti vyvinuté inženýrskými týmy ISCAR, současně s technologiemi řezných nástrojů ISCAR se zaměřují na dominantní mechanismy opotřebení, tvorbu tepla a vibrace. Důraz je pak kladen na zlepšení životnosti nástrojů, rozměrové stability a efektivitu procesů v leteckém průmyslu.

Letecké komponenty jsou často vyráběny z materiálů speciálně navržených pro výkon při vysokých mechanických zatíženích, zvýšených

teplotách a agresivních podmínkách prostředí. Titanové slitiny a niklové superslitiny umožňují vysoký poměr pevnosti k hmotnosti a vynikající tepelnou odolnost, což je činí nezbytnými pro konstrukční komponenty, motorové díly a další kritické sestavy. Tyto vlastnosti však vedou k horší obrobitelnosti ve srovnání s konvenčními oceli nebo hliníkovými slitinami. Nízké řezné rychlosti obrábění Ti a Ni slitin, zrychlené opotřebení nástrojů a přísné požadavky na kvalitu významně přispívají k celkovým výrobním nákladům, zejména při obrábění leteckých součástí.

Nástroje s pokročilými povlaky SUMOTEC

Titanové slitiny jako Ti6Al4V se vyznačují nízkou tepelnou vodivostí, která je přibližně 1/6 tepelné vodivosti oceli, což způsobuje, že tep-

lo vznikající při řezání koncentruje na rozhraní nástroj-obrobek. Toto lokální hromadění tepla urychluje opotřebení na hřbetu nástroje a může vést k plastickému deformování řezné hrany. Titan také vykazuje silnou chemickou afinitu k materiálům řezných nástrojů, což zvyšuje tendenci k tvorbě nárustku na břitu, zejména při nižších řezných rychlostech. K řešení těchto výzev, používá firma ISCAR jemnozrnné karbidové substráty a pokročilé PVD povlaky napříč rodinami nástrojů, jako jsou HELIDO, CHATTERFREE a celokarbidové řezné nástroje, které jsou navrženy tak, aby udržovaly stabilitu ostří a minimalizovaly tření a tvorbu tepla.

Obrábění superslitin na bázi niklu představuje odlišné, ale stejně náročné podmínky obrábění. Tyto materiály si zachovávají vysokou pevnost při vysokých teplotách a navíc dochá-



➤ **Obr. 1:** U titanových a niklových superslitin se často aplikují vylepšené povlaky SUMOTEC PVD, vyvinuté firmou ISCAR, pro jejich silnou přilnavost k základnímu substrátu, tepelnou stabilitu a schopnost snižovat tření na rozhraní nástroj – tříska.

➤ **Obr. 2:** Vrtací nástroje firmy ISCAR, jako jsou vrtáky s vyměnitelnou hlavičkou řady SUMOCHAM a LOGIQ-3-CHAM, spolu s vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami řady DRTWIST a TRIDEEP, poskytují optimalizované geometrie břitů a vnitřní přívod chladicí kapaliny pro zlepšení odvádění třísek z řezu a snížení tepelné zátěže břítu.

zí vlivem plastické deformace v místě řezu ke zpevňování povrchu. Při obráběcích operacích to vede ke zvýšeným řezným silám, zpevnění obráběného materiálu před řeznou hranou a tím agresivnímu opotřebení břítu, jako je vrubové opotřebení a opotřebení na čele břítu. Z důvodu vzniku tepla v místě řezu je řezná rychlost při obrábění Ni slitin limitovaná, což také ovlivňuje produktivitu obrábění. ISCAR má řešení pro tyto podmínky obrábění ve formě upravených geometrií řezných nástrojů. Příkladem takovýchto úprav je použití tepelně stabilních povlaků SUMOTEC a zesílení geometrií řezných břitů, které se nacházejí v různých řadách soustružnických a frézovacích nástrojů, např. HELITURN a LOGIQTURNT. Tyto nástroje jsou navrženy tak, aby poskytovaly předvídatelné opotřebení během dlouhých řezných cyklů.

Obráběcí procesy leteckých komponent musí splňovat náročné požadavky, které přesahují pouhou přesnost rozměrů. Typické tolerance obráběných rozměrů jsou často v rozmezí ± 5 až ± 10 mikrometrů, a zároveň je pod přísnou kontrolou integrity povrchu, aby se zabránilo vzniku mikrotrhlín, "rozmazanému" materiálu nebo vzniku zbytkového tahového napětí, které by mohlo zapříčinit únavový lom součástí. Mnoho leteckých komponent má tenké stěny, složité geometrie nebo tvary způsobující přerušované řezy nástrojů, což vše zvyšuje citlivost na vibrace a ohyb nástroje. Konstrukce fréz s proměnným stoupáním a nestejnou roztečí zubů od firmy ISCAR, používané v rodinách frézovacích nástrojů CHATTERFREE a HELIMILL, jsou speci-

álně určeny k potlačení chvění a zlepšení stability procesu za výše uvedených podmínek.

Substráty řezných nástrojů používané pro obrábění leteckých materiálů musí vyvažovat tvrdost a zároveň odolnost proti lomu, aby vydržely vysoké mechanické a tepelné zatížení a zároveň měly odolnost proti vyštipování řezné hrany. Jemnozrnné karbidové substráty jsou běžně vybírány tak, aby poskytovaly dostatečnou odolnost proti opotřebení bez obětování houževnatosti, zejména při přerušovaných nebo nestabilních řezných podmínkách. U titanových a niklových superslitin se často aplikují vylepšené SUMOTEC PVD povlaky, vyvinuté firmou ISCAR, pro jejich silnou přilnavost k základnímu substrátu, tepelnou stabilitu a schopnost snižovat tření na rozhraní nástroj – tříska (obr. 1). Tyto povlaky působí jako tepelná bariéra, zpomalují přenos tepla do řezného nástroje a přispívají k předvídatelnějšímu opotřebení.

Nižší řezná síla s frézami HELIMILL HFM

Na frézovacích nástrojích je použita konstrukce s proměnnou roztečí zubů a proměnným úhlem stoupání šroubovice k narušení harmonických frekvencí a snížení chvění, což je zvláště důležité při obrábění tenkostěnných leteckých dílů. Při obrábění titanových slitin umožňuje strategie frézování s malou hloubkou třísky a vysokým posuvem pomocí nástrojů HELIMILL HFM snížit řezné síly a omezit tvorbu tepla v místě řezu, při zachování produktivity obrábění. U niklových superslitin kladou strategie frézování důraz na sta-

bilní zapojení frézy a rovnoměrnou tloušťku třísek, aby se minimalizovalo lokální opotřebení, zejména v zónách zpevněné vrstvy po předchozím obrábění, kde je vrubové opotřebení nejpravděpodobnější.

Soustružnické systémy ISCAR

Soustružení a upichování leteckých slitin vyžadují pevné geometrie vyměnitelných břitových destiček a bezpečné upínací systémy pro zvládnutí zvýšených řezných sil a tepelných zatížení. Soustružnické systémy ISCAR, jako HELITURN, JETCUT a LOGIQTURNT, jsou navrženy se zesíleným lůžkem pro VBD a samotné VBD mají optimalizovanou geometrii břítu podporující stabilní řez. Efektivní kontrola tvorby třísek je zásadní, zejména při obrábění titanu, kde dlouhé, souvislé třísky mohou zasahovat do řezné zóny a poškodit obrobek nebo nástroj. Při soustružení superslitin hrají geometrie destiček a úprava řezné hrany klíčovou roli pro omezení vzniku vrubového opotřebení břítu a pro prodloužení životnosti nástroje při dlouhých, souvislých řezech.

Vrtáky s vyměnitelnou hlavičkou pro optimální geometrii

Výroba otvorů do Ti a Ni slitin je další z neúplně snadných klíčových operací (obr. 2), protože kvalita otvorů přímo ovlivňuje pevnostní a únavové požadavky na díl. Vrtací nástroje firmy ISCAR, jako jsou vrtáky s vyměnitelnou hlavičkou řady SUMOCHAM a LOGIQ-3-CHAM, spolu s vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami řady DRTWIST a TRIDEEP, poskytují ➤



➔ Obr. 3: Strategie nástrojů ISCAR spíše kladou důraz na předvídatelné a opakovatelné opotřebení, než na maximální teoretickou životnost nástroje, protože předvídatelnost opotřebení zjednodušuje plánování výměny nástroje a snižuje riziko náhlého selhání nástroje u vysoce hodnotných obráběných leteckých dílů.

optimalizované geometrie břitů a vnitřní přívod chladicí kapaliny pro zlepšení odvádění třísek z řezu a snížení tepelné zátěže břitu. Tato řešení podporují stálou kvalitu obráběných otvorů napříč širokou škálou leteckých materiálů.

Předvídatelnost opotřebení nástrojů

Životnost nástroje při obrábění Ti a Ni slitin v letecké výrobě je závislá na mnoha spolupůsobících faktorech jako jsou řezné parametry rychlosti a posuvu, geometrie nástroje, aplikace chladicí kapaliny, tuhost obráběcího stroje a tuhost upnutí obráběného dílu. Data shromážděná z výroby a provedené empirické studie ukazují, že relativně malé snížení řezné rychlosti, často v rozmezí 10 až 20 procent, může vést při obrábění niklových superslitin k výraznému prodloužení životnosti nástroje, aniž by došlo k výraznému prodloužení doby obráběcího cyklu. Strategie nástrojů ISCAR spíše kladou důraz na předvídatelné a opakovatelné opotřebení, než na maximální teoretickou životnost nástroje, protože předvídatelnost opotřebení zjednodušuje plánování výměny nástroje a snižuje riziko náhlého selhání nástroje u vysoce hodnotných obráběných leteckých dílů (obr. 3).

Správná volba frézy prodlouží životnost až o 30 %

Ve výrobních provozech, obrábějících díly z titanových slitin, bylo během operací frézování obvodem frézy pozorováno nadměrné opotřebení boků nástroje a nestálá kvalita povrchu dílu. Použitím frézy ISCAR s proměnnou šroubovicí, výběrem vhodného povlaku a úpravou řezných parametrů se životnost nástroje prodloužila o více než 30 procent. Nastavením hodnoty drsnosti povrchu na předepsanou hodnotu, vedlo ke zlepšení stability procesu, snížení množství odpadu ve formě neshodných dílů a menšímu počtu zásahu operátora během obrábění.

Digitální nástroje ISCAR

Integrace digitálních nástrojových knihoven do CAM systémů hraje stále důležitější roli v plánování obrábění leteckých dílů. Digitální nástroje ISCAR poskytují standardizovaná data nástrojů, která podporují výběr a definici parametrů nástrojů podle obráběcích operací. Tímto se snižuje čas na nastavení vybraných nástrojů v CAM systémech a zkracuje se i celkový čas na vývoj/přípravu technologie obrábění včetně NC programu. Nástroje pro simulaci a ověřování

dále umožňují vyhodnocení a optimalizaci řezných strategií před nasazením na výrobní hale, čímž snižují riziko spojené s obráběním vysoce hodnotných leteckých dílů.

Zlepšená životnost nástroje a stabilní obráběcí procesy přímo přispívají k nižší míře odpadu a nižší spotřebě energie na obrábění díl. Vzhledem k vysokým cenám leteckých materiálů generují i malá snížení objemů šrotu z neshodných dílů významné ekonomické přínosy. Efektivní obráběcí strategie mimo jiné podporují udržitelné cíle minimalizací plýtvání materiálem a maximalizací využití nástrojů.

Obrábění titanu a niklových superslitin pro letecké aplikace vyžaduje pečlivé sladění vlastností materiálu, nástrojových technologií a strategií obrábění. Daty řízený výběr nástrojů a optimalizací výrobních procesů, podporované portfoliem nástrojů zaměřených na výrobu dílů pro letectví, firma ISCAR umožňuje měřitelná zlepšení životnosti nástrojů, dodržení předepsané kvality povrchu a spolehlivosti výrobních procesů. Strategie firmy ISCAR poskytují technický rámec pro řešení výzev spojených s obráběním leteckých materiálů při zachování přísných požadavků na kvalitu a výkon. 