

Pro přímé vydání

Kontakt:

Seco Tools CZ, s.r.o.

Londýnské nám. 2
639 00 Brno

Alena TEJKALOVÁ

Telefon: +420-530-500-827

E-mail: alena.tejkalova@secotools.com

www.secotools.com/cz

Strojní profilování hran v leteckém průmyslu právě startuje

Brno, červenec 2014 - Při soustružení, frézování, vrtání a jiných operacích spadajících do kategorie třískového obrábění vznikají na obrobcích nežádoucí otřepy a ostré hrany. Ty následně mohou při používání součásti zapříčinit vznik trhlin, které ji po čase natolik konstrukčně zeslabí, že se pak stane nespolehlivou, nebo dokonce nebezpečnou. Proto mnozí koncoví zákazníci považují otřepy nebo extrémně ostré hrany za důvod pro vrácení dílů od dodavatelů.

Výrobci tradičně odstraňovali otřepy a odjehlovali ostré hrany s použitím ručních brusek a jiných manuálních procesů. Tyto postupy jsou pomalé a vyžadují vyjmutí dílu z obráběcího stroje a jeho opětovné upnutí. Navíc i se zručnými řemeslníky chybí těmto operacím nezbytná plynulost výrobního procesu.

Produktivní alternativa k ručnímu odstraňování otřepů je strojní profilování hran (Mechanised Edge Profiling – MEP). Strojní profilování hran eliminuje nepříjemné stavy hran s využitím speciálního nástroje na stejném stroji, na kterém je dílec obráběn. Tento způsob úpravy hran nabízí množství výhod. Umožňuje přesné definování konečného tvaru hrany a jejího naprogramování v některém z CAM programů, čímž je zajištěna maximální opakovatelnost. Celková doba výroby dílu je zkrácena, protože díl není potřeba vyjímat ze stroje, a jsou eliminovány kumulující se toleranční odchylky a další nepřesnosti, ke kterým dochází při opětovném upínání obrobků. V návaznosti na tento trend pokračují současní výrobci řezných nástrojů ve vývoji nových produktivních nástrojů, které umocňují výhody strojního profilování.

Hlavní kandidáti pro strojní profilování

Když uvážíme stále vyšší nároky leteckého průmyslu na přesnost a konzistenci dílů, jsou součásti proudových letadel hlavními kandidáty pro strojní profilování.

Například součásti leteckých turbínových motorů letadel se obecně rozdělují na rotující a nerotující, přičemž se pro profilování hran nerotujících dílů motoru, jako jsou bubny a skříňe, obvykle používají standardní nástroje pro zkosení a srážení hran přímo na stroji, který dílec obrábí.

V případě důležitých rotujících dílů, jako jsou disky ventilátorů a kompresorů, mají zákazníci vyšší nároky a požadují kompletní eliminaci povrchových nedokonalostí. Hrany se obvykle musejí podrobit laboratornímu prověřování a certifikaci. K odstraňování otřepů u těchto dílů výrobci nástrojů vyvinuli vysoce přesné speciální nástroje pro strojní profilování hran umožňující plnou opakovatelnost.

Vývoj nástrojů pro strojní profilování hran

Standardní nástroje pro odstraňování otřepů a profilování, které se používají na nerotující součásti, zahrnují povlakované monolitní stopkové srážecí frézy, stejně jako nástroje s vyměnitelnými břitovými destičkami s úhlem sražení 45° a 60°.



004258_HQ_IMG_Jabro_JS506.jpg

Monolitní karbidové nástroje pro úpravu a srážení hran, mezi které patří i výrobky Seco, se používají na nerotující součásti a mají úhel sražení 45° a 60°.

Pro nejkritičtější aplikace poskytují výrobci nástroje speciálně vyvinuté k profilování hran a odstraňování otřepů zvláště na vstupní nebo výstupní straně otvoru. Některé nástroje tyto schopnosti kombinují a dokážou odstraňovat otřepy na obou stranách otvoru.

Tyto speciální nástroje často mají složité řezné geometrie. Ty nejdůmyslnější mají řeznou část navrženou tak, aby vytvořily zkosení se zaoblenou hranou, které předchází náběžné a výstupní úhly zabraňující tvorbě sekundárních otřepů.



002252_HQ_IMG_Mechanical_Edge_Profiling_Cutters.jpg

Výrobci nástrojů, jako je společnost Seco, vyrábí speciální nástroje pro profilování hran a odstraňování otřepů zejména na vstupu nebo výstupu otvorů u kritických součástí.

Vývoj specializovaných nástrojů se nezaměřuje jen na samotné řezné hrany. Výzkum odhalil, že k profilování hran na vstupu otvoru nebo vnějších hranách součástí je neefektivnější kombinace pravostranného obrábění a pravotočivé šroubovice, protože umožňuje odstraňovat odříznutý materiál z dílu. Na druhou stranu pro odstranění výstupních otřepů na spodní straně dílu je nejvhodnější kombinace pravostranného obrábění s levotočivou šroubovicí, protože je tím opět zajištěn odvod třísky od součásti.

Jiné aplikační analýzy naznačily, že nástroje určené pro odstraňování otřepů na horní straně nebo na vstupu otvoru poskytují delší životnost nástroje než nástroje určené pro odstraňování otřepů na spodní nebo na výstupní části průchozího otvoru. Je to způsobeno tím, že nástroj pro odstraňování otřepů, který je navržen tak, aby byl schopen obrobit skrze součást výstupní hranu otvoru, bude delší a menší v průměru než nástroj určený pro práci pouze na vstupní straně otvoru. Delší nástroj s menším průměrem je více náchylný k nestabilitě a vibracím, které mohou způsobit odštípnutí nebo zlomení karbidového nástroje. Výsledkem je, že většina dílenských provozů volí použití dvou samostatných nástrojů pro odstranění otřepů na vstupní a na výstupní hraně otvoru, namísto jednoho nástroje, který zvládne obojí.

Delší nástroj s menším průměrem je také náročnější na volbu řezných parametrů. Krátký a robustní nástroj může obrábět rychleji, aniž by vibroval nebo byl jinak problematický. Tvar a vlastnosti obrobku jsou však také velmi podstatné. Když jsou podmínky pro obrábění stabilní a obrábění plynulé bez přerušovaného řezu, lze použít dynamičtější řezné parametry. Na druhou stranu pro obrábění dílců s otvory, kde jsou nevyhnutelné přerušované řezy, jsou vhodnější nižší řezné podmínky. Tím se minimalizuje opotřebení nástroje a zabrání se tak jeho předčasnému selhání.

V rámci probíhajícího vývoje technologie strojního profilování hran byly vytvořeny nástroje, které kombinují obrábění s odstraňováním otřepů. Například řezná část sloužící k obrobení vstupní hrany otvoru se bude nacházet v horní části frézy, aby bylo možné současně obrábět průměr otvoru a odstraňovat otřepy na vstupu.

Obtížně obrobitelné materiály

Mnohé materiály používané v leteckém průmyslu, s ohledem na jejich vlastnosti při obrábění, představují další výzvu při obrábění, jehož účelem je odstraňování otřepů a srážení ostrých hran. Slitiny na bázi niklu používané v součástech motorů jsou houževnaté a špatně vedou teplo. Řezný nástroj pak absorbuje teplo generované při řezném procesu, čímž se urychluje jeho opotřebení.

V souladu s metalurgickými vlastnostmi a geometrií nástroje musí výrobci nástrojů hledat rovnováhu mezi ostrostí a pevností hran. Materiál s tvrdým karbidovým substrátem dokáže dobře odolávat tepelnému a abrazivnímu opotřebení, ale chybí mu odolnost vůči rázům, kterou má substrát s příměsí kobaltu nebo jiných legujících prvků pro zvýšení houževnatosti. Stejně tak může být i příliš ostrá řezná hrana náchylnější k vyštípnutí v porovnání s hranou, která je ošetřena honováním nebo jinou úpravou zajišťující její zaoblení. Výrobci nástrojů se také snaží o nalezení ideálního poměru úhlu čela a stoupání šroubovice nebo povlakování nástrojů, které umožní dosažení nejlepších výsledků při obrábění rozličných materiálů obrobků.

Velikost nástroje

Pro zpracování větších děr a hran dokážou výrobci nástrojů navrhnout nástroje libovolné velikosti, poskytnou-li pro ně dodavatelé dostatečně velké polotovary. Pro opačnou stranu spektra velikosti ale platí omezení. Aktuálně nejmenší průměr, který je možné obrábět, je přibližně 0,2 mm s úměrně menším náběžným a výstupním úhlem.

Speciální nástroje pro strojní profilování hran mají specifický rádius, zkosení, úhly a kombinace těchto prvků. Tyto nástroje mají běžně hranatou řeznou část. Jsou také k dispozici kulové nebo soudečkové nástroje pro profilování dílců, jejichž kontury brání použití profilovacího nástroje s hranatou řeznou částí. Na pětiosém obráběcím stroji mohou tyto nástroje sledovat linii profilu složitého dílu a vytvořit zaoblení na dlouhých tvarovaných hranách.

Strojní profilování hran v provozu

Kvůli maximalizaci přesnosti, plynulosti výroby a ušetření času potřebného na přesouvání dílu

ze stroje na stroj výrobci obvykle provádějí strojní profilování hran v rámci běžného obrábění dílců.

Odstraňování otřepů se zpravidla provádí po dokončení všech operací obrábění. Dráha nástroje pro srážení hrany je naprogramována tak, že postupně odstraní otřepy všech děr a srazí ostré hrany. Některé nástroje je možné používat k odstranění otřepů nejrůznějších děr a některé nástroje lze použít na třech nebo čtyřech různých místech nebo prvcích dílce, jako je spodní část otvoru nebo spodní kontury pouzdra.

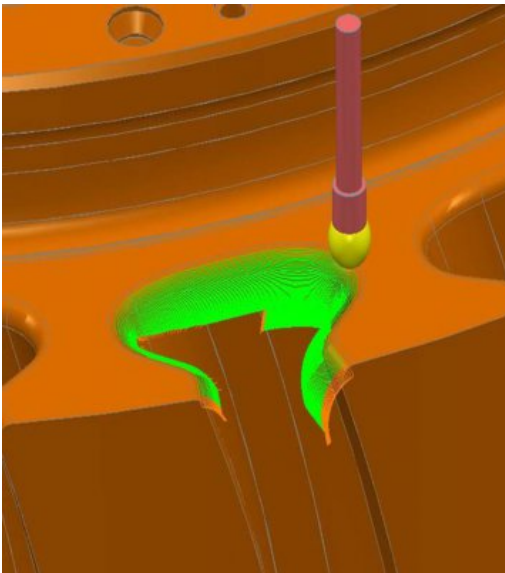
Aby bylo zajištěno, že se strojní profilování hran provede na správném místě a v odpovídající míře, je třeba příslušný otvor nebo prvek před zahájením operace jasně definovat nebo změřit. Pokud jsou tolerance dílů velmi úzké, musí být plocha k obrobení přesně definována a měření během procesu je nezbytné. Pokud jsou ale tolerance volnější, provádí se měření pro stanovení polohy hrany nebo prvku, na kterém se hrana upravuje, až po hrubování.

Kromě toho je zapotřebí změřit a zaměřit řeznou část samotného nástroje, aby byla zajištěna jeho správná poloha vůči upravované kontuře. Protože jsou poloměry nástroje tak malé (a z praktického hlediska neměřitelné), je definována délka nástroje, která je specifikována v programu CAM. Operátor může kontrolovat délku nástroje mimo stroj s použitím optického měřidla, případně na stroji s použitím laserové nebo dotykové sondy. Posuvy jsou vztaženy vzhledem ke změřeným rozměrům prvků obráběného dílce a nástroje. Nejdůmyslnější, na míru zhotovené nástroje pro odstraňování otřepů jsou stoprocentně proměřeny výrobcem v toleranci 40 mikronů na profilu nástroje, a to včetně házení.

Operace odstraňování otřepů nebo sražení jsou považovány za dokončovací procesy s primárním zaměřením na kvalitu. Produktivita je vždy důležitá, ale zejména v případě leteckých součástí v ceně stovek tisíc eur může mít důraz na maximální výkon nástroje negativní a nákladné důsledky. Prvořadá je bezpečnost, spolehlivost procesu a eliminace zmetků.



Workpiece.



CAM_Program.

Ke strojnímu profilování hran jako k dokončovací operaci obrábění se využívá program CAM, dle kterého nástroje postupně odstraňují otřepy všech otvorů a sráží ostré hrany. Některé profilovací nástroje lze použít i na třech nebo čtyřech různých prvcích stejného dílu.

Závěr

Díly s ostrými hranami a otřepy nevyhovující požadavkům se čím dál častěji považují za drahý odpad. Je to evidentní zejména v leteckém průmyslu, ale jde o rostoucí trend i v některých kritických aplikacích ve zdravotnictví, energetice a jiných odvětvích. Výrobci potřebují způsob, jak odstraňovat otřepy a profilovat hrany dílů, který je konzistentní, dokumentovatelný a úsporný. Proces strojního profilování hran (MEP) tyto nároky splňuje, protože nahrazuje ruční operace, u kterých bez ohledu na preciznost provedení hrozí nekonzistence díl od dílu a jsou drahé s ohledem na náklady na práci, přípravu a manipulaci s díly. Někteří koncoví uživatelé již od ručního odstraňování otřepů upustili, protože ho není možné zdokumentovat a certifikovat. Nejefektivnější a nejúspornější variantou strojního profilování je kombinace konstrukčního vývoje a aplikační expertízy. Výrobci nástrojů, kteří takové celkové řešení nabízejí, pomáhají zefektivnit proces výroby dílů pro letadla (a podobné procesy v jiných kritických odvětvích) a dosahovat nové úrovně kvality a produktivity.

Sidebar

Strojní profilování hran v akci

Proces strojního profilování hran (MEP) výrobci s úspěchem uplatňují v nejrůznějších aplikacích.

Uvádíme příklad výrobce, který vyráběl součást z nerezové oceli 1.4305 na stroji se dvěma vřeteny. Se zvyšujícím se objemem dílů a velikostmi sérií rostla současně potřeba zvýšené produktivity. Operace byly nevyvážené a časově náročné – až 90 procent obrábění se odehrávalo na hlavním vřetenu a bylo nutné ruční odstraňování otřepů na dolní části dílu, což znamenalo krok navíc. Následně výrobce použil speciální monolitní karbidový nástroj pro strojní profilování hrany na pomocném vřetenu stroje. To umožnilo současné profilování obou stran otvorů pro šrouby na přírubě dílu. Doba obrábění mezi dvěma vřeteny se stala více vyváženou a čas cyklu se výrazně zkrátil. Použití profilovacího nástroje také eliminovalo potřebu ručního odstraňování otřepů a s tím související čas na přípravu.

V dalším případě bylo potřeba se rozhodnout mezi sražením a zaoblením hrany. Některé díly nemají specifické požadavky a hranu je možné obrobít oběma způsoby. Jeden výrobce ale zjistil, že při použití zaoblení namísto zkosení se životnost dílu ztrojnásobila. Zdánlivě nepatrný rozdíl ve výběru nástroje výrazně zvýšil kvalitu dílu.

Nakonec tu máme příklad z leteckého průmyslu při použití profilovacího nástroje pro tvarové opracování při výrobě disku ventilátoru z titanu TiAl-4V. Výrobce používal k obrobení disku karbidový tvarový nástroj upevněný do držáku. Povrch nebyl na různých místech po celém disku a rádiu drážky akceptovatelný a tento problém se projevoval nekonzistentně s proměnlivou intenzitou a četností. Výrobce použil karbidový povlakovaný řezný nástroj konvexního soudečkového tvaru o průměru 10 mm s 10 zuby a s 30° pravotočivou šroubovicí. Nástroj eliminoval problémy s povrchovou úpravou a umožnil opracovat povrch na obou stranách disku za výrazně kratší dobu.

Autor:

Teun van Asten, Engineer Marketing Services, Seco Tools

Jan Willem van Iperen, Application Engineer Solid Milling, Seco Tools

Společnost Seco Tools sídlí ve švédském městě Fagersta a po celém světě je známá pro svá inovativní řešení pro obrábění kovů. Prosazujeme úzkou spolupráci s našimi zákazníky; je totiž důležité pochopit, co potřebují, abychom mohli jejich potřebám patřičně vyhovět.

Zaměstnáváme více než 5 000 lidí v 50 zemích světa. Prostřednictvím školení a programů pro oceňování zaměstnanců je vzděláváme a podněcujeme jejich pracovní nasazení. K tomu napomáhá i otevřené a přátelské pracovní prostředí. Naši zaměstnanci se řídí třemi zásadami, které zároveň definují náš přístup k práci, ke kolegům a stejně tak i k našim zákazníkům, dodavatelům a partnerům - oddaností zákazníkovi, přátelskou atmosférou a osobním zaujetím pro práci. Více se dozvíte na webových stránkách www.secotools.com.