

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

Nové nástroje a strategie pro materiály ISO S

Brno, březen 2014 - Klasifikace dle ISO skupiny S zahrnuje materiály obrobku ze žáruvzdorných superslitin (HRSA) a slitin titanu. Tvrdost za tepla a pevnost těchto materiálů předurčuje jejich použití v široké škále kritických leteckých, kosmických, energetických a dalších aplikací. Výhodné vlastnosti těchto slitin však také vedou k odlišným charakteristikám obrábění, než jaké jsou u tradičních druhů železa a oceli.

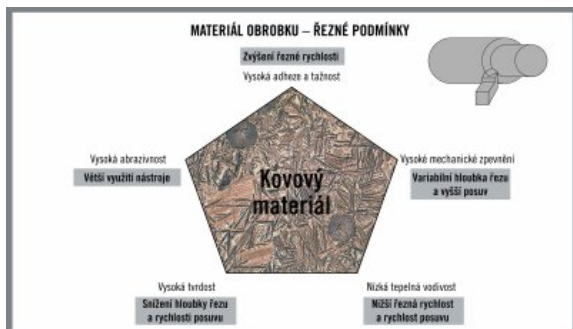
V reakci na tuto skutečnost výrobci fréz vyvinuli produkty a strategie použití, které se věnují obrobitelnosti těchto materiálů a umožňují spolehlivé, konzistentní a relativně ekonomické zpracování slitin skupiny ISO S. Výrobci nástrojů se nyní také snaží vzdělávat výrobce ve věci nových nástrojů a strategií a přesvědčit obráběče, aby přehodnotili všechny zastaralé techniky obrábění, které s nejvyšší pravděpodobností neplatí pro dnešní pokročilé materiály.

Faktory obrobitelnosti

Pojem „obrobitelnost“ popisuje reakci kovu na proces obrábění. Obrobitelnost zahrnuje čtyři základní faktory: mechanické síly vznikající při obrábění, utváření a odvod třísky, generování a přenos tepla a opotřebení či selhání rezného nástroje. Nadměrné působení některého nebo všech těchto faktorů může vést k tomu, že je materiál považován za „obtížně obrobitelný“.



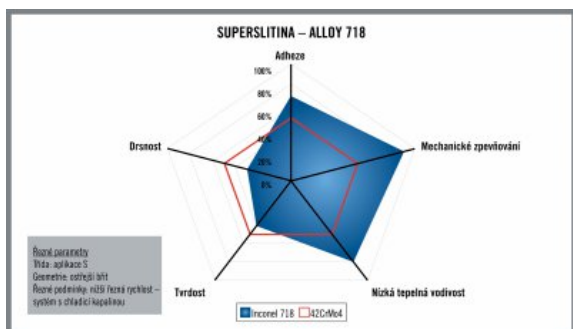
HQ_ILL_Workpiece_Material_Tool_Characteristics.



HQ_ILL_Workpiece_Cutting_Conditions.



HQ_ILL_Workpiece_Material_Wear_Patterns.



HQ_ILL_Super_Alloy_Alloy_718.

Při obrábění slitin HRSA a titanu pomocí stejných nástrojů a technik, které se používají již mnoho desetiletí například pro oceli a železo, vznikají problémy s obrobiteľností ve smyslu životnosti nástroje, doby zpracování, spolehlivosti a kvality dílu. Teprve během posledních let byly vyvinuty nástroje, které jsou určeny pro slitiny na bázi niklu a titanu. Obrábění těchto relativně nových materiálů nemusí být nutně obtížnější než obrábění tradičních kovů, je prostě jen odlišné.

Příklad: Obvyklý přístup k obrábění „obtížných“ materiálů spočívá v opatrném postupu a použití méně agresivních řezných podmínek včetně nižší rychlosti posuvu, menší hloubky řezu a nižší řezné rychlosti. U řezných nástrojů vyvinutých speciálně pro tyto vysoce výkonné materiály

obrobku spočívá základní pravidlo naopak ve zvětšení hloubky řezu a zvýšení rychlostí posuvu. Nástroje jsou navrženy tak, aby byly schopny obstát i při těchto agresivnějších parametrech, obsahují jemnozrnné třídy karbidu, které zajišťují dobrou pevnost bříty při vysokých teplotách i přilnavost povlaku se zvláštní pozorností věnovanou tvorbě vrubů, kterou způsobují mechanicky zpevněné obrobky. Pro hrubování a dokončování těchto vysoce výkonných slitin byly vyvinuty i keramické nástroje a nástroje z PCBN.

Vzhledem ke specifickým faktorům obrábělnosti existují u slitin HRSA mechanické problémy nebo problémy související se silami, které se nijak zásadně neliší od problémů vznikajících u tvrdých druhů železa nebo ocelí. Hlavní rozdíl však spočívá v generování a odvodu tepla. Teplota vzniká tehdy, když kov při řezání deformuje materiál obrobku. Teplota mohou odvádět třísky utvářené při řezacích procesech. Tyto materiály však produkují dělené třísky, které tuto funkci často neplní příliš dobře. Žáruvzdorné materiály jsou navíc samy o sobě špatnými vodiči tepla. Teploty v řezných zónách mohou dosáhnout až 1 100–1 300 °C a pokud nelze teplota odvádět, zvyšuje se teplota nástroje a obrobku. Výsledkem je kratší životnost nástroje, případně i deformace obrobku a změny jeho metalurgických charakteristik.

Pro pomoc při řešení tohoto problému je nutná změna vnímání pevnosti řezného nástroje. Řezné nástroje s ostrým břitem se obecně považují za málo odolné, ale jeden ze způsobů řízení nárůstu teploty nástroje spočívá v použití takového řezného nástroje, který materiál spíše řeže než deformuje, díky čemuž vzniká méně tepla. Provedení této strategie vyžaduje nástroje navržené s ohledem na pevnost bříty a aplikované na stroje s dostatečným výkonem, stabilitou a odolností vůči vibracím.

Obrábění slitin HRSA komplikují i tendence materiálu k mechanickému zpevnění a precipitaci. Při mechanickém zpevnění tvrdne materiál v řezné zóně při vystavení namáhání a vysokým teplotám vznikajícím při procesu obrábění. Slitiny na bázi niklu a titanu vykazují vyšší tendenci k mechanickému zpevnění než ocel. Při vytvrzování precipitací v materiálu obrobku vznikají tvrdá místa v situaci, kdy vysoké teploty aktivují legující prvek, který by jinak zůstal neaktivní. U obou tendencí se může významně změnit struktura materiálu už po jediném záběru řezného nástroje a při druhém záběru je pak třeba obrábět výrazně tvrdší povrch. Řešení spočívá ve snížení počtu záběrů. Příklad: místo odebrání 10 mm materiálu dvěma záběry s hloubkou 5 mm by bylo lepší použít jeden záběr s hloubkou řezu 10 mm. Obrábění jedním záběrem není v mnoha situacích možné, ale je alespoň teoretickým cílem.

Tento přístup také vyžaduje přehodnocení procesu dokončování, který se tradičně provádí více záběry s malou hloubkou řezu a s nízkými rychlostmi posuvu. Obráběči by místo toho měli hledat možnosti pro co největší zvýšení parametrů. Lze tak dosáhnout delší životnosti nástroje i lepší kvality povrchu.

O něco větší hloubka řezu při dokončovacím záběru také umísťuje nejostřejší část bříty pod vrstvu obrobku vytvrzenou mechanickým zpevněním či precipitací. Příliš hluboký dokončovací záběr však může generovat vibrace a negativně ovlivnit úpravu povrchu. Klíčem je nalezení optimální rovnováhy mezi agresivitou a opatrností.

Spolehlivost a ekonomie

Díky dnešním nástrojům a strategiím vyvinutým specificky pro slitiny na bázi niklu a titanu lze obrábění provádět v podstatě bez technologických problémů. Trvale přítomným problémem není jednoduše obrobek, ale obrobek jej správně, během dané doby a s danými náklady. Cílem je zlepšit spolehlivost procesu a ekonomii výroby.

Při uvážení vysokých nákladů na pokročilé materiály obrobku a na součásti, které se z nich vyrábějí, musí být procesy obrábění naprosto spolehlivé. Výrobci si nemohou dovolit vyrábět zmetky při hledání spolehlivého procesu obrábění. Použití správných nástrojů a parametrů obrábění pomáhá zajistit konzistentní výsledky obrábění.

Pokud jde o parametry obrábění, k produktivitě přispívá zvětšení hloubky řezu a rychlosti posuvu. Zpracování součásti mohou urychlit i vyšší řezné rychlosti, ale tato příležitost ještě nebyla plně využita. Rychlosti používané dnes u slitin na bázi niklu a titanu jsou stále nižší než rychlosti používané u ocelí. Aktuální výzkum je ale zaměřen na vývoj takových vlastností

řezného nástroje, které umožní ještě vyšší řezné rychlosti při zachování přijatelné životnosti nástroje.

Kromě řezných nástrojů mohou pomoci zvýšit produktivitu i další součásti procesu obrábění kovů, pomoci může například použití vysokotlakého systému přímého chlazení (HPDC). Jestliže je řezná rychlost pro materiál ISO S 50 m/min, může systém HPDC umožnit řeznou rychlost až 200 m/min a zvýšit tak výkon na čtyřnásobek.

Dalším prvkem produktivity, na který lze při obrábění slitin HRSA nahlížet z nové perspektivy, je životnost nástroje. Tradičně se životnost nástroje do potřeby jeho výměny počítá v řádu minut. Dalším měřítkem jsou náklady.

Pokud například výroba určitého obrobku zabere 2 hodiny a nástroje se musí měnit každých 20 minut, pro dokončení dílu je nutné zakoupit 6 nástrojů. Při uvažování tímto směrem by pak bylo cílem snížit náklady na nástroj a dosáhnout životnosti nástroje 30 minut místo 20 minut.

Náklady na nástroj však při zpracování nákladných součástí vyrobených ze slitin HRSA nebo titanu představují velmi malou část celkové hodnoty dílů. Relevantnějším měřítkem je míra využití nástroje, která se také označuje pojmem „index využití nástroje“. Při porovnání dvou vzorkových nástrojů, kdy jeden vydrží 10 minut a je schopen vyrobit jeden obrobek, jsou náklady na nástroj jeden nástroj na obrobek. Jiný nástroj aplikovaný jinak by mohl vydržet pouhých 5 minut, ale mohl by být schopen obrobit dva díly. Přestože by byla životnost druhého nástroje vyjádřená v minutách v porovnání s prvním poloviční, byl by výkon vyjádřený v dílech dvojnásobný. Cílem je vytvořit maximální počet správných obrobků za co nejkratší dobu a přijatelnou cenu. Při uvážení vysokých nákladů na díly vyráběné ze slitin HRSA představuje index využití nástroje lepší měřítko skutečné produktivity.

Závěr

Stejně jako jindy je i při maximalizaci výhod nově vyvinuté technologie obrábění kovů klíčovým faktorem znalost optimálního způsobu její aplikace na konkrétní operaci. S tím, jak pokračuje pokrok u vysoce výkonných materiálů obrobku, například slitin HRSA a slitin na bázi titanu, pokračuje na straně výrobců nástrojů i vývoj nových způsobů zvýšení produktivity v obráběcích procesech pro nové slitiny. Výrobci budou mít prospěch ze znalosti nových dostupných nástrojů i z komplexních znalostí výrobce nástrojů ve věci optimálních způsobů jejich aplikace.

(Sidebar)

Neustálý vývoj nástroje

Nerezová ocel, patentovaná v různých podobách před zhruba 100 lety, představovala první krok k moderním slitinám HRSA. U prvních slitin nerezové oceli se do oceli pro zajištění odolnosti vůči oxidaci a korozi přidával chrom – základní slitiny nerezové oceli mají minimální hmotnostní obsah chromu 10,5 procenta. Později se pro zlepšení tvrdosti a pevnosti nerezových ocelí začal přidávat i nikl. Procentní podíl niklu stoupal s tím, jak byly tyto slitiny používány ve stále náročnějších prostředích, a nikl se nakonec stal hlavním legujícím prvkem těchto materiálů. Dnešní běžná slitina HRSA Alloy 718, komerčně známá jako Inconel 718, má obsah niklu 50 až 55 procent, chromu 17 až 21 procent a dalších prvků 10 procent. Zbytek připadá na železo. Moderní slitiny HRSA a slitiny na bázi titanu poskytují vynikající pevnost, odolnost vůči teple a korozi a spolehlivost procesu.

Při konfrontaci s těmito novými náročnými materiály obrobku se výrobci zprvu pokoušejí aplikovat známou obráběcí praxi. Maximální produktivity však skutečně dosahují teprve při začlenění nástrojů a technik vyvinutých pro použití s těmito specifickými materiály a operacemi.

V polovině 80. let například společnost Seco založila skupinu nazvanou Alpha Group složenou z vědců a techniků, jejímž cílem bylo nalézt způsoby obrábění nerezových ocelí s vyšší produktivitou. Skupina spolupracovala s několika výrobci nerezové oceli na vývoji nových tříd a geometrií karbidu a také způsobů obrábění specifických pro nerezovou ocel. V 90. letech bylo

toto úsilí rozšířeno i na materiály HRSA pro vyšší řezné podmínky obrábění.

Kromě tříd karbidu, povlaků a geometrií byly vyvinuty i nástroje pro optimalizaci produktivity obrábění slitin HRSA ve specifických segmentech procesu obrábění kovu. Jako příklad lze uvést třídu sialonové keramiky společnosti Seco CS100 vyvinutou pro operace hrubování, která se vyznačuje vysokou chemickou inertností, otěruvzdorností a pevností a která umožňuje dosáhnout dlouhé a konzistentní životnosti nástroje. K parametrům obvyklé aplikace hrubého soustružení patří řezná rychlost 150–305 m/min, rychlost posuvu 0,2–0,4 mm/ot. a hloubka řezu 0,5–3,75 mm.

Třída CS100 je doplněna třídou Secomax CBN170, odolnou třídou PCBN odolávající opotřebení navrženou pro plynulé soustružení na čisto u superslitin na bázi niklu.

Třída CBN170 obsahuje pojivo s keramickými vlákny, které prodlužuje životnost nástroje a zkracuje tak počet zastavení stroje nutných k výměně břitů. Je určena k uspokojení přesných požadavků na jakost povrchu, tolerance a délku řezu při dokončovacích operacích u superslitin na bázi niklu. Nástroje CBN170 jsou navrženy pro provoz v situacích nepřetržitého obrábění s použitím chladicí kapaliny při hloubce řezu až 0,5 mm a řezné rychlosti 300–400 m/min. Obsah CBN je u této třídy 65 % objemových, velikost zrna 2 μm . Břítové destičky se dodávají s honovanými břity 25 μm .

Další vývoj směřující k prodloužení životnosti nástroje a zvýšení produktivity při obrábění slitin HRSA zahrnuje i technologie, například vysokotlaký systém přímého chlazení (HPDC) Jetstream Tooling společnosti Seco, který dodává chladivo do blízkosti řezné hrany. Proud chladicí kapaliny odklání třísku od čelní plochy, což zlepšuje manipulaci s třískou a životnost nástroje a umožňuje použití agresivnějších řezných parametrů. V některých případech může rychlé ochlazení třísky vést k jejímu zkrhnutí a zvýšení pravděpodobnosti prasknutí.

Autor:

Patrick de Vos, Corporate Technical Education Manager, 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.