

VÝSTRUŽNÍK S FUNKČNÍ ČÁSTÍ ZE DVOU CERMETŮ

Stanislav Fiala, Karel Kouřil, Josef Sedlák, Martin Štěpánek

Final Tools

Strojní vybavení průmyslových podniků je neustále modernizováno. Především výrobní závody využívají pro sériovou a hromadnou výrobu nové, vysoce přesné CNC obráběcí stroje. V mnoha případech jsou tato zařízení vyrobena na zakázku a doplněna robotickým pracovištěm, které provádí vkládání a vyjímání obrobků, případně i kontrolu obrobků. Uvedené strojní vybavení má velmi velký potenciál pro dosažení vysoké produktivity výroby za přijatelné náklady. To však není možné bez produktivních řezných nástrojů. Ty musejí splňovat požadavky na přesnost a kvalitu obrobku, stejně jako na spolehlivost výrobního procesu.

Obrábění | www.mmspektrum.com/171029

Takovým pracovištěm vybaveným speciálním CNC strojem ELHA FM3+X a robotem je výrobní buňka sloužící k sériové produkci hydraulických rozvodových kostek ve společnosti Danfoss. Technici společnosti stojí před nesnadným úkolem zajistit výrobu stovek tisíc hydraulických komponent za rok, a to při vysokých požadavcích na přesnost a kvalitu obrobků.

děr. Cílem bylo zvýšit produktivitu výroby odstraněním operace honování a dokončením



Model „dvoucermetového“ výstružníku společnosti Final Tools; zelená barva – řezná část, černá barva – korozivzdorný rozváděcí kroužek přívodu procesní kapaliny, šedá barva – tělo nástroje

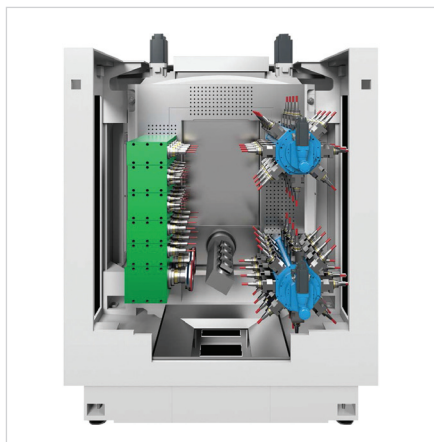
děr pouze vystružováním. Prostředkem k dosažení bylo nové CNC centrum ELHA v pořizovací ceně 1,3 mil. eur. Technici dále hledali mezi předními světovými výrobci odpovídající řezné nástroje včetně výstružníků a vhodné pracovní podmínky, při kterých by bylo při sériové výrobě dosaženo požadovaných výsledků kvality obrobků za přiměřených nákladů.

Vystružovací nástroje z cermetu

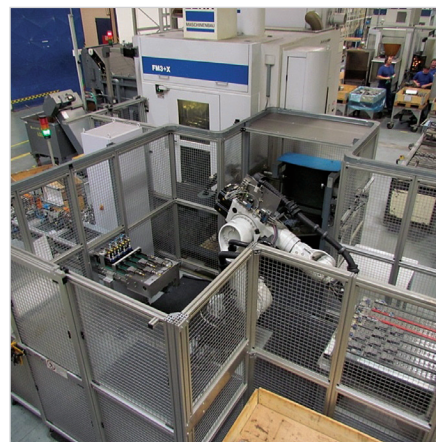
V řadě aplikací je při dokončovacím obrábění velmi přesných děr a zejména při vystružování houževnatých ocelí velmi výhodné používat výstružníky, jejichž řezná část je zhotovena z cermetu. U těchto moderních nástrojů lze ve srovnání s nástroji z běžných slinutých karbidů uplatnit výrazně vyšší řezné rychlosti při delší trvanlivosti ostří řezných břitů a vyšší spolehlivosti výrobního procesu. Specifické problémy a značné nároky na technické řešení a provedení těchto nástrojů vznikají při jejich využití pro vystružování děr malých průměrů. Tato



CNC obráběcí stroj ELHA.
(Zdroj: www.elha.de)



Vnitřní uspořádání stroje ELHA.
(Zdroj: www.elha.de)



Obráběcí stroj včetně robotizovaného pracoviště. (Zdroj: www.elha.de)

skutečnost je obecně podmíněna zejména nízkou ohybovou a torzní pevností vložené části výstružníků a prostorovými problémy se zajištěním dostatečného přívodu chladicího a mazacího média k řezným břitům. Tento problém je o to závažnější, že při vysokovýkonném obrábění se uvolňuje větší množství tepla a cermety přitom mají nízkou tepelnou vodivost. Nedostatečně intenzivní chlazení vede k předčasnému opotřebení nástroje, nebo nutnosti snižování řezné rychlosti, posuvů i přídávků na finální opracování. Dalším problémem je vyprazdňování třísek ze zubových mezer výstružníku. V mnoha případech při obrábění hydraulických rozvodových kostek je obráběná díra vícenásobně přerušena. To zatěžuje nástroj nejen rázy, ale i vibracemi. Oba tyto způsoby zatížení vedou ke zvýšenému opotřebení výstružníků a v krajním případě i ke křehkému porušení nástroje. Nejde jen o zničení nástroje, ale v mnoha případech i obrobku a není vyloučeno ani poškození obráběcího stroje. To vše je neslučitelné s automatizovaným robotizovaným procesem v oblasti sériové výroby.

Vývoj nových nástrojů

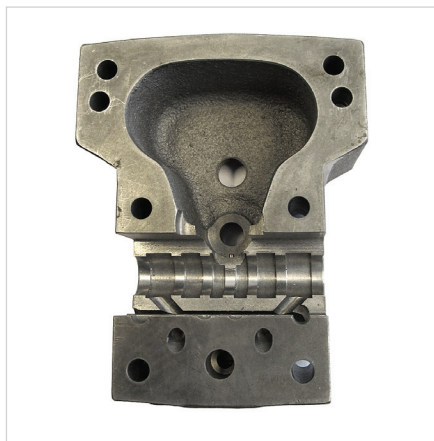
Touto problematikou se společnost Final Tools, a. s., (dříve Ham-Final, s. r. o.) zabývá již mnoho let a věnuje značné úsilí vývoji nových typů vystružovacích nástrojů, a to jak z hlediska geometrie, tak i konstrukce nástroje včetně uplatňování nových progresivních materiálů.

Prezentovaný příspěvek je zaměřen na dokončovací třískové obrábění velmi přesných děr při vystružování hydraulických komponentů na moderním obráběcím centru ELHA FM3+X s robotizovaným zakladačem obrobků. Cílem příspěvku je poukázat na to, jak významně ovlivňuje řezný nástroj ekonomiku výroby při

uplatňování moderních robotizovaných CNC strojů. Původní osazení bylo realizované s využitím výstružníku ze slinutého karbidu s PVD povlakem. Nově byl navržen výstružník s kombinací dvou cermetů na řezné části nástroje.

Obráběná součást

V hydraulickém komponentu je velmi přesná díra o průměru 12 mm s tolerancemi $+0,010/-$



Řez obráběnou součástí

$-0,001$ mm, kruhovitostí 0,005 mm, válcovitostí 0,010 mm a drsností povrchu $R_a \leq 1,6 \mu\text{m}$. Materiálem obrobku je litina s lupínkovým grafitem GG30, která se dokončuje „dvoucermetovým“ výstružníkem společnosti Final Tools, při $v_c = 75 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ a $v_f = 2\,000 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$.

Podstata technického řešení – „dvoucermetový“ výstružník

Pro zvýšení životnosti výstružníků bylo nutné navrhnout nové konstrukční řešení a navrhnout vhodné provedení funkční řezné části jak co do

geometrie, tak do materiálového provedení. Nové konstrukční řešení spočívá ve zhotovení funkční části výstružníku ze dvou dílů z různých cermetů, které jsou vzájemně spojeny pájením. Celá funkční část výstružníku je opět připájena na ocelovou stopku. Novinkou je právě použití dvou různých řezných materiálů (cermet a jiný cermet) na jednom průměru, přičemž přední část je řezná a druhá slouží k vedení. Každá část má jinou, novou geometrii. Malá kuželovitost vodicí části nástroje zaručuje přesné vedení výstružníku v obrobené části otvoru. Nový je také způsob spojení obou částí z cermetů i cermetu a ocelové stopky. Použití dvou různých cermetů s jiným složením a odlišnými mechanickými vlastnostmi, jakož i různá geometrie obou dílů funkční části výstružníků vedou k tomu, že nástroj je nejen spolehlivější při dosažení požadovaných parametrů tvarové a rozměrové přesnosti a drsnosti povrchu, ale dosahuje i vyšší životnosti.

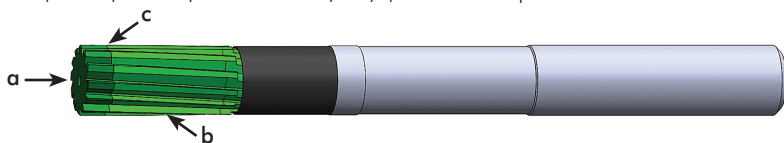
Vystružování rozvodové kostky GG30

Vyhodnocení je zaměřeno na sledování výsledků a porovnání dosažených parametrů stávajícího a nového „dvoucermetového“ výstružníku. Porovnány jsou parametry kvality obrobeného povrchu i tvaru a rozměru díry. Přínosné je také porovnání ekonomické, které ukazuje finanční stránku při zavedení nového nástroje.

Vstupní parametry:

- průchozí přerušovaný otvor $\varnothing 12$ mm, požadovaná tolerance $+0,010/-0,001$ mm, délka $l = 63$ mm, délka vystružování $l_v = 24$ mm;
- kruhovitost 0,005 mm, válcovitost 0,010 mm, drsnost povrchu $R_a \leq 1,6 \mu\text{m}$;
- moderní CNC obráběcí centrum ELHA FM3+X s robotizovaným zakladačem obrobků;
- chlazení: IK, emulsin, $p = 40$ bar;
- materiál obrobku GG30;
- roční produkce 140 000 ks.

Parametry obrábění ve srovnání s původní technologií jsou uvedeny v tabulce. Nástroj byl



Řezná část „dvoucermetového“ výstružníku:

a) cermet I, geometrie I, b) cermet II, geometrie II, c) pájený spoj

Parametry obrábění při aplikaci stávající a nově navržené technologie		
	Stávající technologie	Nová technologie
	monolitní výstružník konkurence	dvoucermetový výstružník Final Tools
Materiál břitů výstružníků; počet zubů	slinutý karbid + povlak TiAlN; z = 8	cermet; z = 12
Řezná rychlost v_c [m.min ⁻¹]	30*	75
Posuvová rychlost v_f [mm.min ⁻¹]	300	2 000
Zpětná posuvová rychlost v_i [mm.min ⁻¹]	300	5 000
Trvanlivost břitů [počet děr]	400	400
Čas vystružování t [s]	37,8	2,6
Strojní náklady na vystružování jedné díry [Kč]	21,5	1,5
*Poznámka: Při vyšší řezné rychlosti nebylo dosaženo požadované tvarové a rozměrové přesnosti. Jako optimální byla na základě mnoha testů stanovena $v_c = 30 \text{ m.min}^{-1}$.		

primárně vyvíjen pro obrábění litiny s lupínkovým grafitem. V porovnání s výstružníky ze slinutých karpidů byla při obrobení stejného počtu otvorů řezná rychlost zvýšena 2,5x a posuv 15x. I při takto enormním nárůstu produktivity bylo zajištěno obrábění ve třídě přesnosti IT6 a v porovnání s jinými výstružníky vykazoval „dvoucermetový“ výstružník od společnosti Final Tools

výrazně lepší drsnost povrchu vystružených otvorů.

Díky dosaženým výsledkům bylo možné z výrobního postupu odstranit dokončovací operaci honování. Zkrácení výrobních časů přineslo úsporu nákladů 20 Kč na jeden obrobek, což při plánované produkci 140 000 kusů za rok znamená roční úsporu 2,8 mil. Kč.

Provedení nástroje

Výstružníky jsou v současné době vyráběny pro obrábění otvorů o průměru 12 mm, ale společnost Final Tools je schopna tyto výstružníky dodávat v průměrech od 6 do 18 mm. Šířka záběru hlavního ostří výstružníku zůstává na hodnotě 0,1 mm, jako je tomu u většiny na trhu dostupných výstružníků. Výstružník lze opakovaně přestřovat při dosahování požadovaných tolerancí rozměrů vystružovaných děr. Průměrná životnost výstružníků je 150 m celkově vystružené díry.

Výstružník je doplněn vnitřním přívodem pracovní kapaliny, který může být na přání zákazníka upraven pro obrábění průchozích nebo slepých otvorů. Stejně tak může být upravena délka a průměr stopky z nástrojové oceli.

Společnost Final Tools nadále pokračuje ve vývoji v oblasti geometrií i řezných materiálů pro aplikace v dalších obráběných materiálech.



Technologie výroby velmi přesných děr s uplatněním inovačních nástrojů společnosti Final Tools je jedním z příkladů náhrady tradiční technologie honování vystružováním na robotizovaných CNC obráběcích strojích. V praxi to znamená revoluční krok k výraznému snížení výrobních nákladů, zejména ve výrobě hydraulických komponentů. ■