

Zvyšování produktivity, přesnosti a životnosti obráběcích strojů

Současné vysoké nároky na produktivitu a kvalitu výroby jsou motivací pro vývoj také v oblasti příslušenství obráběcích strojů. V rámci této „honby“ za produktivitou jsou hledány nové cesty a postupy, jak obráběcí stroje dále zpřesňovat při současném zvýšení jejich výrobní kapacity a snižování nákladů na jejich stavbu i provoz. Mimo optimalizace mechanické konstrukce obráběcích strojů, která je základním kamenem jejich stavby, dochází k implementaci řady softwarových i hardwarových prostředků zlepšujících pracovní výkony strojů. Trendem je sledování skutečného stavu stroje a následné přizpůsobení a kompenzace nepříznivých projevů.

Jedním z takovýchto přístupů jsou systémy pro měření a kompenzaci změn geometrie stroje. Téměř nutností jsou dnes již kompenzace teplotních deformací, které rekonstruují a kompenzují deformaci stroje na základě měření teplot v různých místech stroje a dalších veličin. Algoritmy vyhodnocení teplotní deformace jsou chráněným know-how každého

výrobce obráběcích strojů a dosahují různých výsledků v závislosti na jejich komplexnosti. Vyšším stupněm jsou potom metody integro-



Řídicí systém obráběcího stroje
foto: Jiří Ryszawy, VIC ČVUT

vaného přímého měření deformace mechanické struktury stroje, které jsou schopny postihnout nejen deformace způsobené teplotním ovlivněním, ale také deformace způsobené zatížením stroje nebo změnou jeho geometrie vlivem přestavení. Takovéto systémy jsou poměrně nové a v oblasti obráběcích strojů mají velkou perspektivu.

Dalším charakteristickým prvkem zvyšujícím kvalitu výroby jsou softwarové doplňky řídicích systémů, které se v poslední době soustředují především na optimalizaci dráhového řízení, adaptivní zásahy do regulace a na kontrolu možných kolizí. Optimalizace dráhového řízení je v současnosti započata již na úrovni úpravy vygenerovaných dat CAM softwarem, kdy dochází k jejich modifikaci s ohledem na konstantní úběr materiálu, minimalizaci kolísání posuvové rychlosti, zahrnutí vlivu řezných sil atd. Další optimalizace jsou potom přímo součástí řídicího systému, kde jsou v rámci interpolátoru programovány algoritmy pro zpracování NC kódu s cílem minimalizovat

odchylky od požadovaného tvaru a celkový čas obrábění. Adaptivní systémy jsou potom založeny zejména na sledování vibrací pohybové osy nebo vřeteně v řezu a na základě těchto informací ovlivňují velikost posuvu, popř. zastavují stroj v případě vznikající kolize. Výsledkem je snížení vibrací při obrábění a současně zvýšení bezpečnosti provozu. Pro vyšší stupeň potlačení vibrací včetně vibrací vznikajících od zrychlení pohybových os jsou v oblasti obráběcích strojů stále častěji nasazovány dynamické hltiče. Jejich aktivní varianty jsou použitelné pro široké frekvenční spektrum a dokážou tak adaptivně potlačit aktuálně vzniklé vibrace.

Nedílnou součástí vývoje v oblasti příslušenství obráběcích strojů je také vhodná volba jeho typu a parametrů. V oblasti pohonů obráběcích strojů má vhodná volba komponent majoritní vliv na chování celého stroje včetně parametrů jeho životnosti. Komponenty jsou vybírány tak, aby vyhovely požadavkům, ale zároveň aby nebyly zbytečně předimenzovány. Můžeme tedy hovořit o optimalizovaném návrhu pohonů. Současně s tím se začínají objevovat také nekonvenční typy pohonů, které rozšiřují funkčnost stroje, dosahují vyšších parametrů a jsou schopny pokrýt požadavky trhu na univerzální použití stroje. ■

Ing. Jiří Švéda, Ph.D.
Ústav výrobních strojů a zařízení
ČVUT v Praze, Fakulta strojní

Příslušenství CNC obráběcích strojů

Příslušenství obráběcích strojů má stále větší význam pro produktivitu a stabilní přesnost strojů. Zároveň významně rozšiřuje možnosti obráběcích strojů a linek.



Příslušenství je možné rozdělit dle jeho funkce pro obráběcí stroj. Jsou to hlavně tyto oblasti:

- doprava a manipulace s polotovary
- měření nástrojů či obrobků během obráběcího procesu
- chlazení řezného procesu a následná filtrace řezných kapalin
- odvádění třísek
- odvádění par a zplodin z pracovního prostoru stroje, případně z halý

Jednou z neopomenutelných skupin patřících do velké rodiny příslušenství jsou podavače tyčí pro CNC soustruhy. Aplikace podavače tyčí je jeden z hlavních způsobů, jak zvýšit produktivitu obrábění na CNC soustruzích a zajistit větší důraz na bezobslužnost provozu CNC strojů.

Historicky se první podavače tyčí se zásobníkem materiálu pro CNC stroje objevují na trhu v 80. letech minulého století, ale jako příslušenství obráběcích strojů jsou plně přijaty teprve po několika letech. V dnešní době téměř každý druhý prodaný soustruh pracuje s podavačem tyčí.

Podavač tyčí je zařízení, které bez zásahu obsluhy zajišťuje přísun materiálu do pracovního prostoru soustruhu. Mohou být se zásobníkem materiálu nebo bez něj. Podavače tyčí se zásobníkem materiálu mají zásobník na tyče, ze kterého se po spotřebování jedné tyče automaticky odebere další a zasune se do vřeteně. Tak lze zajistit neokrádání novým bezobslužným provozem. Dle délky zpracovávané tyče se podavače dále dělí na podavače tyčí dlouhých délek (3–4 m) a na podavače krátkých tyčí (standardně do 1500 mm).

Z hlediska pohonů rozlišujeme podavače napájené pneumaticky a elektricky. Pneumatické podavače tyčí podávají na doraz v nástrojové hlavě soustruhu. Elektrické podavače tyčí umějí podávat jak na doraz v nástrojové hlavě, tak i na polohu. Pneumatické

podavače tyčí mají většinou celkovou energetickou spotřebu větší než ty, které jsou napájeny pouze elektrickou energií. Tento fakt je v dnešní době postupného zvyšování cen energií vhodný ke zvážení při výběru pohonu. U elektrických podavačů tyčí odpadájí též problémy se stlačeným vzduchem (hluknost, instalace vzduchového vedení, nutnost filtrace vzduchu, vyšší spotřeba energie apod.).

PODAVAČE TYČÍ DLOUHÝCH DÉLEK

Podavač dlouhých tyčí je zařízení, které při obrábění stabilizuje a podporuje rotující tyč. Na konci je tyč podporována rotující hlavou tlačítkem.

Stabilizace se většinou provádí pomocí hydrodynamického účinku oleje ve vodící trubce podavače (v dnešní době často plastové lože), ve které je zasunuta obráběná tyč. Hydrodynamický efekt klesá s rostoucí vlní mezi vodící trubkou a rotující tyčí.

Při obrábění je tyč v mechanickém kontaktu s podavačem. Tyč je tedy při obrábění uložena a podepřena v podavači a zbytek tyče bývá většinou vyřazován zpět do podavače.

Délka použité tyče tedy není omezena délkou vřeteně. Při zpracovávání dlouhých tyčí dochází při ob-

nakládat. Některé modely jsou vybaveny nakládacím zásobníkem tyčí (podobně jako je tomu u podavačů krátkých tyčí), u některých je nutné tyče vkládat ručně po každé spotřebované tyči. Liší se počtem pracovních kanálů, potřebou seřizování při změně průměru tyče a délkou seřizování na novou tyč. Při změně průměru tyče nebo tvaru je často nutné vyměnit kompletně vodící kanál, tlačítko, vřetenovou vložku, aby bylo dosaženo co nejlepší přesnosti vyvážení a rychlosti obrábění. Tato časová prodleva může trvat až 30 minut.

Podavače dlouhých tyčí jsou celkově náročnější na zastavěný prostor a komplikovanější manipulaci při zakládání tyčí do podavače. Na obsluhu podavačů dlouhých tyčí se obecně kladou mnohem větší technické i manuální nároky

PODAVAČE TYČÍ KRÁTKÝCH DÉLEK

U podavačů krátkých tyčí není rotující materiál při obrábění v kontaktu s podavačem, a proto nedochází k nežádoucím vibracím. Je tedy možné využívat celý pracovní rozsah otáček daného soustruhu. Ve většině případů jsou podavače krátkých tyčí koncipovány se zásobníkem materiálu, který je při-

sražet hrany, stačí je pouze nařezat na potřebné délky.

Při obrábění není tyč v mechanickém kontaktu s podavačem. Tyč musí být při obrábění zasunuta ve vřetenou či ve vřetenové vložce, tudíž nedochází k nevyváženosti tyče jako u podavačů dlouhých tyčí. Délka obráběné tyče je tedy limitována délkou vřeteně, případně vřetenové vložky. Naopak není omezena rychlost otáčení vřeteně, a může se využít naplno.

Přechod výroby na jiný průměr, popřípadě profil tyče, trvá u podavače krátkých tyčí řádově minuty (výměna vřetenové vložky a korekce parametrů v podavači). Podavače krátkých tyčí kladou podstatně menší nároky na zastavěnou plochu, což umožňuje její lepší využití pro produktivní proces obrábění. Rovněž manipulace s materiálem je snazší, neboť ke strojům se dopravují kratší přířezy a ne celé tyče o délce 3 nebo 4 m. I obsluha těchto podavačů je méně náročná a stačí krátké zaškolení personálu.

JEDNOTKY VYSOKOTLAKÉHO CHLAZENÍ A FILTRACE

Dalším významným příslušenstvím jsou přidavné agregáty, dodávající chladicí kapalinu pod vysokým tlakem. Vysoký tlak a zvýšené množství dodávané řezné kapaliny je výhodné zejména pro:

- zvýšení produktivity při řezání hlubokých děr a závitů (redukuje cyklový čas o 20–70%)
- eliminuje poškození břitů vlivem vysoké teploty

- redukuje tvorbu nárustků zejména při obrábění hliníkových slitin
- zvyšuje životnost řezných nástrojů
- zajišťuje dokonalý odvod třísek z místa řezu
- je vhodné pro obrábění obtížně obrobitelných materiálů (Inconel, Titanium)

Celkem běžně se dnes používají přidavná čerpadla či jednotky dodávající tlak 20 barů a dodávané množství je 40 l/min – tyto jednotky mohou být využity pro soustruznická či frézovací centra. Při požadavku na dodávku vyššího tlaku je možné použít jednotky s maximálním tlakem 70 barů a dodávaným množstvím 40 až 60 l/min. I přesto, že jsou jednotky univerzální, je nutná i příprava obráběcích strojů. U soustružnických strojů je jednodušší systém filtrace, protože tlaková kapalina jde přímo k nástroji, resp. do nástrojového držáku. U vertikálních či horizontálních

center, kdy nástroje jsou chlazené hlavně jejich středem, je ve většině případů také přívod středem vřeteně, tzn. přes rotační přívod. Pro správnou a spolehlivou funkci rotačního přívodu je potřeba kapalinu dostatečně filtrovat (propustnost filtru 10–20 mikronů).

Dále jsou jednotky vybaveny vlastní nádrží s filtrací a volbou dvou tlakových výstupů. Velikost nádrže chladicí jednotky je až 250 l,



Jednotka vysokotlakého chlazení a filtrace CoolJet

čímž zdvojnásobuje použitelný objem chladicí kapaliny u většiny obráběcích strojů střední velikosti.

CHLADICÍ JEDNOTKA COOLJET

Pro výrobce dílů, kteří požadují dlouhodobě stabilní přesnost výroby, je nezbytné udržovat teplotu kapaliny vzhledem k teplotě stroje a jeho okolí. Jedině tak je možné dokonale zachovat teplotní stabilitu celého stroje a minimalizovat jeho deformace vlivem teploty. K tomuto účelu slouží chladicí jednotky, které jsou napojeny přímo na chladicí okruh stroje a udržují teplotu kapaliny v toleranci 2 °C.

Všechny jednotky jsou tedy vybaveny potřebným systémem filtrace a k jejich připojení ke stroji je potřeba pouze silový a signálový kabel a případně tlaková hadice. Toto samozřejmě zjednodušuje instalaci k novým i starším strojům bez složitých úprav. ■

Ing. Tomáš Moláček,
CNC Technology, spol. s r. o.

CNC Technology, spol. s r. o.
Evropská 423/178
160 00 Praha 6
tel.: +420 224 362 714
mobil: +420 602 172 467
e-mail: cnctech@cnctech.cz
www.cnctech.cz



Podavač krátkých tyčí CNC Technology model SS2500

rábění k nevyváženosti jak tyče, tak i vřeteně. Vliv na vřetenou, upínač, povrch dílce a přesnost je velmi často podceňován. Nelze tedy naplno využít rychlost obrábění. V některých případech je nutno snížit otáčky až o 50%. U těchto podavačů je nutnost sražet hrany podáváných tyčí.

Podavače dlouhých tyčí jsou navzájem odlišné i v možnostech, kolik a jakým způsobem lze tyče

mou součástí podavače. Na tento nakládací stůl obsluha naloží tyče a po uvedení do automatického režimu je zajištěn několikahodinový bezobslužný provoz. To znamená, že po zpracování dané tyče podavač zajistí vyhození zbytku tyče do pracovního prostoru soustruhu a naložení nové tyče ze zásobníkového stolu bez nutnosti jakéhokoliv zásahu obsluhy. Tyčím není nutné