

Strojírenský veletrh EMO 2019 Hannover

Článek obsahuje postřehy návštěvníka strojírenského veletrhu EMO 2019 v Hannoveru z pohledu pracovníka Ústavu výrobních strojů a zařízení a Výzkumného centra pro strojírenskou výrobní techniku ČVUT v Praze. Seznamuje se zajímavými novinkami a trendy v oboru obráběcích strojů, jejich řídicích systémů, technologie obrábění, diagnostiky, měření a integrovaného řízení.

Podle předveletržních zpráv sliboval strojírenský veletrh EMO 2019 v Hannoveru (po dvouleté přestávce) opět mnoho novinek. A návštěvníci nebyli zklamáni.

Hlavní témata veletrhu se jednoznačně nesla ve spojení s průmyslem 4.0. Mnoho prezentovaných řešení bylo úzce spjato s digitalizací strojů, pracovišť a technologií. Prezentovány byly dále adaptivní technologie, řízení a diagnostika strojů, měřicí technika či nástrojové příslušenství.

Multifunkční a hybridní stroje

U společnosti GMG MORI, která měla tradičně vymezený prostor hned v celé vstupní hale, byl k vidění průřez aktuální technikou a technologiemi z oboru obráběcích strojů a jejich řízení. Je patrné, že výrobci strojů se stále více orientují na zvyšování multifunkčnosti strojů. Obvyklou kombinací již dlouhodobě představují soustružnicko-frézovací stroje. Byly ale také prezentovány varianty pětiosých strojů, na kterých lze realizovat kromě soustružnických, frézovacích, vrtacích a závitovacích operací také broušení. Multifunkčnost strojů je tak jedním ze stále aktuálních trendů v konstrukci strojů. Do standardní nabídky výrobců strojů se rovněž dostávají hybridní stroje, které mají kromě řezných nástrojů též např. laserovou hlavici.

Řídicí systémy s mnoha integrovanými funkcemi, přizpůsobené konkrétnímu stroji

Řídicí systémy výrobních strojů již dávno neobsahují pouze standardní funkce. Mnozí výrobci strojů vytvářejí své vlastní funkce řídicího systému nejen pro zvýšení komfortu obsluhy stroje, ale zejména pro programové zajištění specifických funkcí jejich strojů. Příkladem takového řešení je funkce Millturn PRO, což je univerzální a snadno srozumitelný programovací editor s grafickou podporou přímo na strojích rakouského výrobce multifunkčních strojů WFL (*obr. 1*). Jiným příkladem je funkce pro automatické vystředění dílců do osy hlavního vřetena pomocí elektromagnetického sklíčidla SMW-Autoblock, které má každou čelist zvlášť poháněnou a řízenou elektromotorem (což je na strojích WFL k dispozici).

Mnozí výrobci strojů rovněž vytvářejí programové nadstavby řídicích systémů, např. prostředí Celos od společnosti DMG

MORI. Toto softwarové řešení propojuje stroj s nadřazenými podnikovými strukturami a vytváří tak platformu pro kompletně digitalizovanou výrobu. Největším přínosem je možnost snadnější obsluhy, diagnostiky a servisu stroje, ale i centrální správy dat, přenosu dat mezi pracovišti apod.



Obr. 1. Univerzální a snadno srozumitelný programovací editor Millturn PRO s grafickou podporou je realizován přímo na strojích rakouského výrobce multifunkčních strojů WFL (WFL)

Pozadu za světovou produkcí nezůstává ani významný český výrobce obráběcích strojů TOS Varnsdorf, který své programové řešení označené jako TOS Control představil na letošním veletrhu EMO jako novinku ve funkční podobě. Na *obr. 2* je vidět s aplikací provozního měření (*in-process*) pro inspekci dílce v pracovním prostoru obráběcího stroje. To umožňuje změřit dílec z metrologického programu TouchDMIS, integrovaného přímo do řídicího systému, a následně automaticky zavést potřebné kompenzace. Programové řešení TOS

Control je vyvíjeno ve spolupráci s pracovníky Ústavu výrobních strojů a zařízení Fakulty strojní ČVUT v Praze jako výstup společně řešeného výzkumného projektu. Systém TOS Control v sobě integruje jak funkce klasického řídicího systému stroje, tak další přídavné funkce ve formě aplikací, jež dále rozšiřují využití stroje a umožňují jeho plnou integraci do rámce průmyslu 4.0. Je patrný významný trend přizpůsobování řídicích systémů přímo výrobcům strojů tak, aby byly v co největší míře využity všechny funkce stroje i s možnými dalšími podpornými příslušenstvími.

Digitální dvojčata: mnoho povyku zatím často pro nic

Poutače na mnoha stáncích avizovaly snad nejnápadnější trend letošního veletrhu EMO – rozšíření tzv. digitálních dvojčat. Je ale vždy nutné rozlišit, jaký typ digitálního dvojčete je představen. Překvapivě nebylo žádné z prezen-

tovaných řešení spojeno s pokročilejším fyzikálním modelem mechatronických systémů. Řešení byla převážně založena na přenesení řídicího systému s nastavenými parametry pohonů mimo stroj. Originální přístupy k dílčím řešením z koncepce digitálního dvojčete stroje prezentovali zejména zástupci výzkumných ústavů a univerzit v prostoru nazvaného Industry 4.0 Arena. V této sekci veletrhu bylo možné zhlédnout aktuální trendy řešené v německých výzkumných institucích. Témata jsou soustředěna na oblast pre-



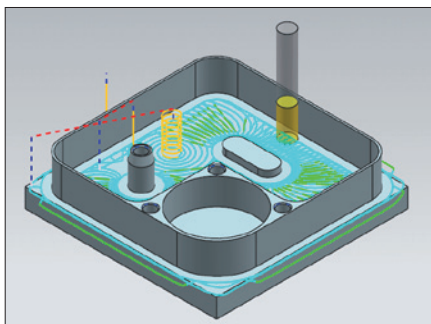
Obr. 2. Významný český výrobce obráběcích strojů TOS Varnsdorf představil programové řešení TOS Control, které propojuje stroj s nadřazenými podnikovými strukturami a vytváří tak platformu pro kompletně digitalizovanou výrobu; metrologický program TouchDMIS je integrován přímo do řídicího systému a umožňuje změřit dílec a následně automaticky zavést potřebné kompenzace (TOS Varnsdorf)

díky dynamických jevů výrobního procesu. Předvídají se především chyby při obrábění. Řeší se i dlouhodobé monitorování stavu stroje a cloudová archivace a zpracovávání dat.

V oboru řídicích systémů byla velkou novinkou verze řídicího systému Sinumerik ONE. Je to nový řídicí systém společnosti Siemens, který nabízí obdobnou množinu pokročilých funkcí jako Sinumerik 840D, avšak s tím rozdílem, že jde o plně digitální verzi systému s navýšením počtu procesorů. K tomuto řídicímu systému byly vytvořeny dvě samostatné softwarové aplikace: Create MyVirtualMachine a Run MyVirtualMachine. Umožňují vytvořit virtuální řídicí jednotku stroje a připojit ji k simulačnímu modelu stroje pro možnosti verifikace kolizí, analýzy strojních časů apod. Jde o období simulace prostřednictvím Virtual NC Kernel (VNCK) pro systém Sinumerik 840D. Simulační model stroje však v tomto řešení stále neumožňuje simulovat dynamické vlastnosti stroje.

Počítačová podpora konstruování a výroby

Z pohledu systémů CAD/CAM byl patrný jednoznačný trend ke zvyšování komfortu uživatele. Především jde o správu nástrojů, správu řezných podmínek, ale také tvorbu nastavbových řešení pro správu NC programů, dílců, polotovarů, výrobních výkresů, návodek a seřizovacích listů nástrojů, tedy co nejširší výrobní specifikace. Takto komplexních řešení ještě není nabízeno mnoho a už



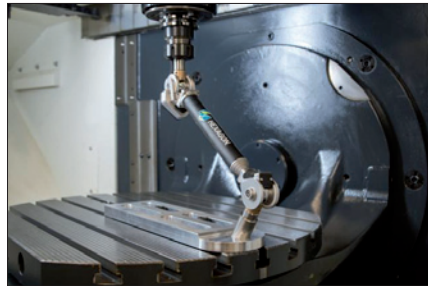
Obr. 3. Systém Siemens NX CAM přizpůsobuje dráhu nástroje tak, aby byl odebrán konstantní objem materiálu v průběhu dráhy (Siemens)

vatelé jsou většinou odkázáni na možnosti dosavadního systému CAM a možných nastaveb pro tento systém. Byly ale již k vidění také určité varianty softwaru pro automatický návrh drah nástrojů na dílci. Jejich reálné využití je však možné pouze u jednoduchých prvků na dílcích, které jsou vyráběny na základě rovinných, popř. 2,5D operací.

Dynamické úpravy parametrů obrábění

Samostatným tématem v oblasti systémů CAM stále zůstávají dynamické úpravy technologických podmínek v závislosti na hodnotě aktuálního úběru materiálu. Někteří tvůrci systémů CAM jej řeší prostřednictvím úpra-

vy rychlostí posuvu. Mnoho tvůrců ale při způsobuje dráhu nástroje tak, aby v průběhu dráhy docházelo k úběru konstantního objemu materiálu. Dosahují toho různé tvarovými dráhami, které nazývají adaptivní nebo dynamické dráhy – např. adaptivní dráhy v Siemens NX CAM na obr. 3. Mnohdy se u těchto drah i upravuje rychlost posuvu podle toho, zda je nástroj v řezu, mimo řez, nájíždí do řezu, či z řezu vyjíždí.



Obr. 4. Zařízení Hexagon LASERBAR Etalon X-AX umožňuje nový způsob kalibrace malých a středních obráběcích strojů, který je přesnější a až třikrát rychlejší; k měření využívá laser, který je umístěn do teleskopického krytu, jeden konec s kulovým kloubem je upnut do vřetena stroje a druhý je upnut na stole stroje (Hexagon)

Měření, diagnostika, kalibrace strojů

V oblasti měření a diagnostiky byly patrné trendy zvyšování přesnosti měření a rozšiřování řešení pro adaptivní řízení. Jako novinku představila společnost Hexagon svou obrobkovou sondu RWP20.50-G-HPP do obráběcích strojů, která pracuje s přesností 0,1 μm. Sonda je dotyková, ale není tenzometrická, nýbrž je založena na patentované technologii zjišťování vychýlení doteku pomocí triangulace laserového paprsku. Společnost Hexagon také představila zařízení LASERBAR Etalon X-AX (obr. 4). Umožňuje nový způsob kalibrace malých a středních obráběcích strojů, který je přesnější a až třikrát rychlejší než dosavadní řešení. Jde opět o zařízení využívající pro měření laser, který je však nyní umístěn do teleskopického krytu. Jeden konec s kulovým kloubem je upnut do vřetena stroje a druhý je upnut na stole stroje. Zařízení může automaticky vygenerovat geometrické kompenzace tříosých až pětiosých obráběcích strojů během jedné až dvou hodin. Nahradí tak řadu stávajících konvenčních kalibračních zařízení pro lineární a rotační osy.

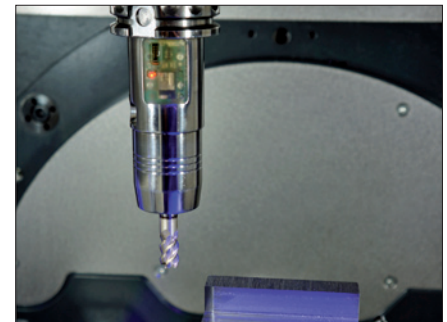
Adaptivní řízení obrábění

Adaptivní řízení se pevně usadilo i v oboru nástrojového vybavení. Dnes jsou již známé antivibrační tyče pro vyvrtávání nebo držáky, které umožňují např. diagnostikovat ohybové momenty působící na nástroj při obrábění. Ve stánku firmy Schunk bylo představeno řešení adaptivního řízení rychlosti posuvu při obrábění nástroji o malých průměrech. Při opotřebením nástroje je diagnostikován ná-

růst zatížení a úměrně je snížena rychlost posuvu. K adaptivnímu řízení je vyvinut speciální držák nástrojů iTENDO (obr. 5). Jiné řešení bylo prezentováno v úloze leštění rovinné desky rotujícím kotoučem s axiálně orientovanými lešticími prvky. Je-li diagnostikováno snížené zatížení, je rotující kotouč automaticky přisunut v ose vřetena o určitou hodnotu směrem k leštěnému povrchu.

Nástroje se soudečkovou geometrií

Možnosti pro zvyšování produktivity při obrábění tvarově složitých dílců byly reprezentovány např. novými koncepcemi monolitních nástrojů s tzv. soudečkovou geometrií. Mají na špičce nástroje určitý rádius, ale hlavní část, kterou nástroj obrábí, je na boku nástroje. Jde o konturu, která je tvořena částí kružnice o poloměru mnohem větším, než je



Obr. 5. Řešení adaptivního řízení při obrábění nástroji o malých průměrech představila firma Schunk: při opotřebením nástroje je diagnostikován nárůst zatížení a přiměřeně je pak snížena rychlost posuvu; k adaptivnímu řízení je vyvinut speciální držák nástrojů iTENDO (Schunk)

poloměr špičky nástroje. Produktivita je zvýšena zejména tím, že nástroj díky svému velkému bočnímu poloměru umožňuje při řádkování použít větší hodnotu kroku mezi jednotlivými dráhami nástroje. Při tom se dosahuje stejné hodnoty drsnosti jako při použití klasických kulových či toroidních nástrojů, u kterých musí být krok mezi řádky daleko menší. Nová koncepce tohoto nástroje je vhodná zejména pro hrubování. Řeznou hranu tohoto nástroje tvoří tzv. dělené ostří. Jeho přínosem je zejména tvorba dělené třísky, tedy možnost snazšího vyplachování třísek z mezery mezi břity a tím možnosti zvýšit rychlost posuvu.

Veletrh jako inspirace pro další výzkum a vývoj

Uvedené hlavní směry nejenže představují oblasti aktuálních nových řešení na trhu, ale především by měly být využity pro vytváření nových možností využití v průmyslu. Současně jsou inspirací pro další pokračující či rozšiřující vývoj a výzkum.

Ing. Petr Vavruška, Ph.D., ČVUT v Praze, FS, RCMT a ČMSA (p.vavruska@rcmt.cvut.cz)