



EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj
Operační program Podnikání
a inovace pro konkurenceschopnost



TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA
STROJÍRENSKÁ VÝROBNÍ TECHNIKA

AKTUÁLNÍ TRENDY V OBORU OBRÁBĚCÍCH STROJŮ

Doc. Petr Kolář, Dr. Jan Smolík
Ústav výrobních strojů a zařízení, RCMT, Fakulta strojní ČVUT v Praze
Obrábění

Obor obráběcích strojů prochází velkými změnami, které pravděpodobně nejsou na první pohled tak zřetelné. Požadavky na stroje se mění v důsledku postupných proměn světa okolo nás a výrobci strojů na to reagují, aby si zajistili potřebnou konkurenceschopnost.

www.mmspektrum.com/220627

V roce 2021 bylo pracovní skupinou Národní inovační platformy I pro obory energetika, hutnictví, průmyslová chemie, strojírenství a mechatronika identifikováno osm hlavních megatrendů, které mají vliv na nastartování změn v těchto klíčových průmyslových oborech v ČR.

Čtyři trendy jsou úzce spojené zejména s průmyslem. Prvním trendem jsou zvyšující se nároky na výrobu a výrobky v hlavních užitečných parametrech. Do této oblasti spadá růst požadavků na jakost výroby, růst výrobního výkonu a produktivity, zlepšování energetické a ekonomické efektivity, zvyšování spolehlivosti funkční i procesní a rostoucí nároky na zákaznickou individualizaci a doprovodné služby z oblasti digitalizace, monitorování a diagnostiky. Druhým trendem je zpřísňující se legislativně-regulační podnikatelské prostředí. Do této oblasti spadají hlavní evropské předpisy, jako jsou GDPR (obecné nařízení o ochraně osobních údajů) a REACH (chemická politika Evropské unie). V kombinaci se zvyšující se mezinárodní konkurencí tak rostou rizika přesunu výroby mimo ČR a ohrožení regionální nezávislosti. Na první pohled méně viditelným dopadem je klesající zájem o práci, a zejména podnikání v průmyslu, což s sebou následně nese i pokles zájmu o technické vzdělávání a kariéru mladých lidí v této oblasti. Třetím nezpochybnitelným trendem je rozvoj a implementace digitálních technologií, automatizace výrobních a řídicích procesů, uplatňování konceptu Průmysl 4.0 v průmyslové výrobě. S tím jsou úzce spojeny změny v potřebách profesních znalostí a dovedností. Dopad těchto změn je znatelný v celoživotním vzdělávání na úrovni pracovníků i na úrovni sekundárního a terciárního vzdělávání. Čtvrtým trendem je uplatňování principů cirkulární ekonomiky spojené s tlakem na snižování materiálové náročnosti, maximální

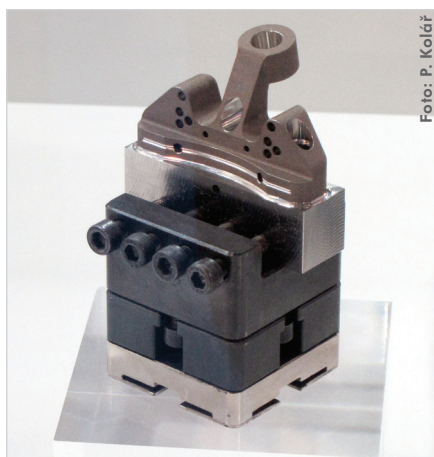


Foto: P. Kolář

Ukázka technologické palety firmy +GF+. Paleta je nosičem dílce a zajišťuje opakovanou přesnost upnutí v různých strojích zajišťujících díleč výrobní operace. Paleta má QR identifikaci, a tak lze sledovat kvalitu výroby každého vyráběného dílce.

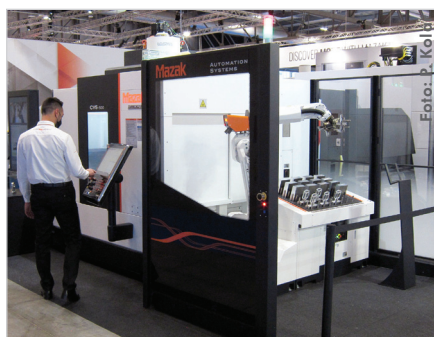


Foto: P. Kolář

Ukázka robotického ramena s malokapacitním zásobníkem polotovárů/dílčů. Manipulační zařízení lze snadno přistavit ke stávajícím strojům, zde na příkladu stroje Mazak.

využívání odpadních surovin, recyklace a recyklovatelnost. Po delší době se tak do technických oblastí vrací témata znovupoužitelnosti, opravitelnosti a prodloužování životnosti strojů a zařízení.

Další čtyři trendy jsou společné všem oborům lidské činnosti a průmysl na ně musí též reagovat. Pátým trendem je potřeba zajištění zdrojů a surovin (tzv. critical raw materials) a s tím spojené hledání jejich náhrady v podobě dostupnějších surovin a jejich zpracování. Šestým trendem je plnění ambic a požadavků v oblasti ochrany klimatu. Dekarbonizace průmyslu, dopravy a energetiky, energetické úspory a zvyšování energetické účinnosti jsou zesílenými požadavky, které společně se sedmým trendem, kterým je snižování dalších negativních vlivů na životní prostředí (např. ochrana biologické rozmanitosti, ambice nulového znečištění pro prostředí bez toxických látek a další), vedou techniky ve výzkumu a vývoji k vytváření nových technologií a výrobních postupů. Osmým trendem je růst péče o lidské zdraví a růst investic do lidského zdraví. To souvisí s uvědoměním si faktu, že celá kvalita lidského života je při prodlužujícím se věku dožití silně ovlivněna zdravotním stavem člověka, který je nutno celoživotně chránit a zlepšovat.

Výše uvedených osm megatrendů se pochopitelně promítá i do konstrukce a provozu obráběcích strojů, které musí naplnit i „tradiční“ požadavky na přidanou hodnotu pro uživatele a cenově konkurenceschopné řešení. Aktuální trendy v oboru můžeme ukázat na extrapolaci poznatků ze světových výstav EMO v letech 2017, 2019 a 2021.

Stavba obráběcích strojů

Tlak na nerostoucí výslednou cenu strojů vede v kategorii středně velkých a velkých obráběcích strojů k upevnování konceptu modularity a „stavebnicovosti“ strojů, který zůstává významnou cestou ke snížení výrobních nákladů při zachování velké variability v možnostech naplnění požadavků zákazníků. V souvislosti s modularitou dokonce do stavby výrobních strojů pronikají pojmy z automotive, kdy stroje mají sdílené platformy (lože, stojany), které jsou osazovány funkčními moduly (vřeteníky, vřetenovými hlavami, pracovními stoly).

Trvajícím trendem je multifunkčnost strojů. Typy technologií integrovaných ve strojích se stále rozvíjejí. V případě strojů s víceřísčkovými technologiemi je trendem integrovat broušení. V tomto směru multifunkční stroje na bázi frézky i soustruhů možná v blízké době uберou část aplikačního segmentu brusek. Specifickým segmentem se staly stroje pro hybridní výrobu – tedy stroje, které umožňují v jednom pracovním prostoru integrovat technologie třířísčkového obrábění a aditivní technologie. Používané

aditivní technologie jsou na bázi prášku nebo drátu taveného laserovým paprskem (LMD – laser metal deposition) nebo drátu taveného elektrickým obloukem (WAAM – wire arc additive manufacturing). Hybridní výrobní stroje jsou používány pro malosériovou výrobu dílců, kde kombinace kladení materiálu a jeho řízení umožňuje realizovat dílce s vnitřními dutinami, vytvářet polotovary specifického tvaru s malými přídavky nebo realizovat ucelené opravárenské technologie. Ve vazbě na to jsou více nabízeny specializované CAM moduly pro aditivní výrobu. Zatím omezená je nabídka v kategorii CAM SW pro hybridní výrobu – tj. integrované prostředí, kde technolog může operace aditivní a subtraktivní snadno plánovat a kombinovat v jednom pracovním prostředí.

V případě komponent obráběcích strojů se rozrůstá nabídka senzorických komponent. Ty slouží dvěma účelům: pro sběr dat potřebných

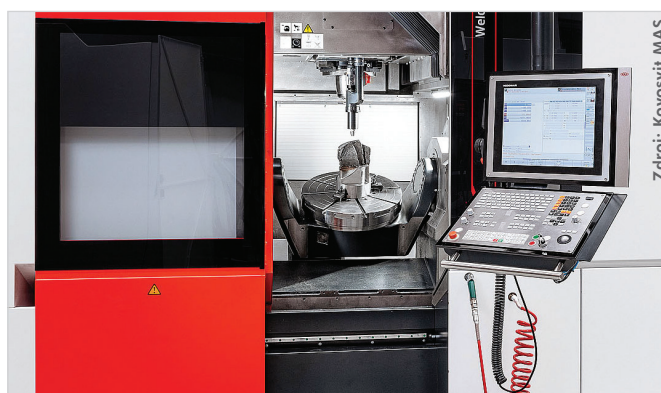
kteřá zajišťuje tok hmoty. Tím je myšlen tok nástrojů, polotovarů a obrobků. Vývoj je motivován požadavky řady zákazníků na bezobslužný provoz obráběcích strojů i v případě malých výrobních sérií. Typicky, na jednu směnu s obsluhou navazují dvě směny, kdy stroj pracuje bezobslužně v automatickém cyklu. Tento přístup snižuje hodinovou sazbu stroje, což přispívá k nákladově konkurenceschopné výrobě. V řadě případů vůbec umožňuje efektivnější využití kapacity stroje, protože na trhu není dostatek operátorů pro vícesměnný provoz. Na poslední výstavě EMO 2021 byly všechny vystavené stroje vybavené velkokapacitními zásobníky nástrojů, paletovými výměníky nebo zakladači dílců a palet. U mnoha firem bylo vidět ve srovnání s rokem 2019, že vývoj strojů byl zaměřen více na snazší integraci většího spektra automatizačních zařízení než na změny ve stavbě stroje.

plán. Pro uživatele jsou tyto výsledky společně s analýzou zdrojů prostoje základním nástrojem pro zvýšení efektivity výroby. Výrobci strojů na to reagují tím, že stroje mají připravená standardizovaná komunikační rozhraní (OPC UA, MT Connect aj.), která umožňují komunikovat s nadřazenými SW monitoringu výroby. Mezi zdroje informací o statusu výroby nepatří jen řídicí systém stroje, ale též tzv. inteligentní komponenty strojů. Jedná se obvykle o uzly, které obsahují snímače a mají možnost síťové komunikace. Příkladem jsou např. vřetenové upínací jednotky nástrojů s komunikací IO-link nebo snímače kvality emulze od firem Fuchs Oil nebo LiquidTool. Tato komunikace probíhá typicky s periodou v řádu jednotek sekund nebo delší.

Druhou oblastí je zpracování tzv. vysokofrekvenčních dat, což jsou data z přídavných snímačů, senzorických komponent a senzorických



Příklad ucelené datové komunikace mezi více výrobními stroji firmy Klingenberg. Hlavním strojem výrobního systému je bruska na ozubení, která je doplněna přípravou nástrojů a postprocesní kontrolou jakosti výrobků.



Stroj Weldprint 2. generace firmy Kovosvit MAS kombinující pětiosé frézování a technologii navařování WAAM. Jedná se o jediný stroj pro hybridní výrobu vyvinutý a vyráběný v ČR.

pro sledování stavu komponenty a pro monitoring výrobního procesu. V prvním případě se jedná např. o lineární nebo rotační valivá uložení doplněná senzory vibrací, senzory teploty aj. Snímače jsou používány nejen pro kontrolu stavu komponenty, ale též pro optimalizaci mazání. Tento přístup umožňuje snížit spotřebu celkového objemu použitého maziva. Monitoring provozu stroje i zatížení komponent umožňuje variabilně řídit čas výměny a oprav některých hlavních uzlů, což ve výsledku opět snižuje finanční náklady i ekologickou zátěž. Evropané, a zejména japonští výrobci obráběcích strojů se zaměřují na standardní implementaci řady dílčích řešení pro snížení energetické náročnosti provozu stroje, jako je např. důsledné používání tzv. power save modů, modernizace osvětlení, snižování spotřeby tlakového vzduchu, proměnlivé nastavení provozu kapalinových agregátů (hydraulická čerpadla, čerpadla emulze) a využití komponent s vyšší energetickou účinností.

Automatizace výroby: zajištění toku materiálu

Zaměření vývoje ve stavbě obráběcích strojů jde směrem ke snazší integraci automatizace,

Samostatnou kapitolou je nasazení robotů ve výrobní automatizaci. Stále více se rozšiřují zakládací stanice sestávající z robotického ramena s malokapacitním zásobníkem polotovarů, jež lze snadno umístit a integrovat ke stroji. V některých případech již došlo k integraci robota do pracovního prostoru stroje, kde robot zajišťuje nejen manipulaci s dílci, ale též některé pomocné operace (např. řízené polohování trysky emulze pro chlazení místa řezu). Průkopníkem je v tomto směru firma Okuma se svým konceptem Armroid. Na poslední výstavě EMO bylo možno vidět roboty v pracovním prostoru též u firem Biglia a Nakamura Tome.

Data ve výrobě a tok informací

Nepřehlédnutelná změna se kontinuálně již delší dobu děje v oblasti dat z výroby. Data z řídicích systémů strojů i z přídavných snímačů jsou využívána k několika druhům analýz. První oblastí je sledování efektivity využití kapacity stroje (OEE – overall equipment effectiveness). OEE je komplexní parametr, který obsahuje nejen údaje o kapacitním vytížení stroje, ale též o počtu vyrobených kusů s ohledem na

nástrojů (s frekvencí snímání obvykle v jednotkách kHz) a data z řídicího systému (data s periodou snímání v nižších jednotkách msec). Tato data jsou využívána jak pro analýzu stavu stroje, tak zejména pro nepřímou analýzu jakosti výroby, kontrolu opotřebení nástrojů apod. Výsledné informace stroj předává konkrétním částem systému řízení výroby (MES – manufacturing execution system), který na základě toho může plánovat servisní odstávky stroje, upravovat parametry návazných výrobních operací nebo předávat informace o stavu konkrétních nástrojů mezi strojem a přípravnou nástrojů. Tento softwarový svět tak úzce propojuje řadu oblastí vázaných na provoz stroje, přípravu procesu i zajištění řady podpůrných činností. Data se tak stávají klíčovým nástrojem zvyšování efektivity výroby. Jednotlivá SW řešení jsou enablerem nových byznysových modelů. To vše je důležitým faktorem pro udržení výroby v Evropě. ■

Článek vznikl s podporou projektu Technologická platforma strojírenská výrobní technika v rámci řešení projektu CZ.01.1.02/0.0/0.0/17_105/0018877.