

» Podaci su potaknuli četvrtu industrijsku revoluciju

Patrick de Vos Nprekidna nastojanja preradbene industrije, da po određenoj cijeni i u određenom vremenu uspije načiniti odgovarajući konačno obrađeni proizvod, su pri kraju. Ukoliko se ne pojavi revolucionarno alatničarsko rješenje, s tradicionalnim pristupima, koji se usredotočuju samo na ubrzanje odvajanja materijala, u najboljem slučaju ćemo opseg proizvodnje povećati samo za nekoliko postotaka.

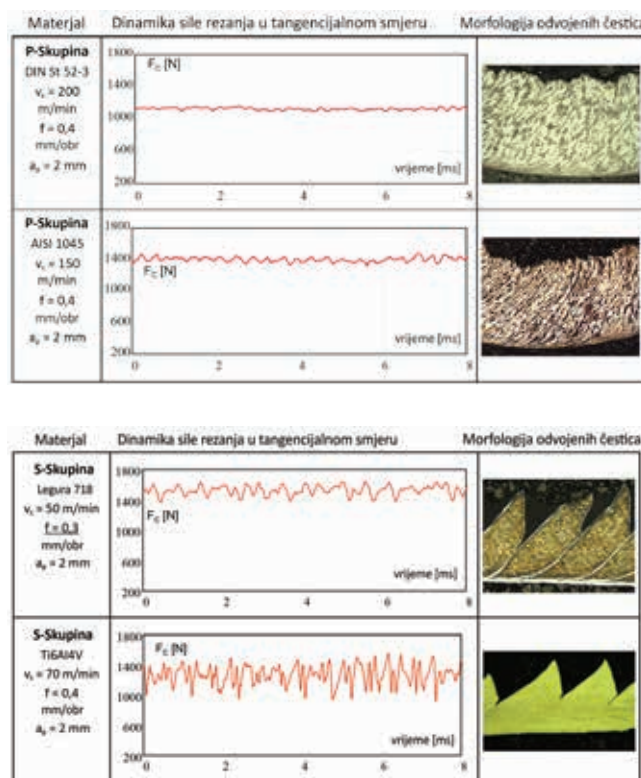
Osjetna poboljšanja produktivnosti rezanja metala, kvalitete i pouzdanosti u budućnosti biti će rezultat podatkovne četvrte revolucije proizvodne tehnologije. Nova postignuća predstavljaju najnoviji stupanj dugotrajnog razvoja. Pri prvoj proizvodnoj revoluciji smo se odmakli od kućnih obrtničkih djelatnosti prema proizvodnji u tvornicama sa centraliziranim izvorima energije, koji su pokretali proizvodne strojeve. Mehaničke osovine i remeni prenosili su snagu od vodenica ili pare do strojeve u tvornici.

U prvim tvornicama su proizvode izrađivali jednog za drugim. Drugu revoluciju je obilježio prijelaz od pojedinačnih proizvoda do velikoserijske proizvodnje. Razvoj integriranih sustava, kao što su tekuće trake i automatizacija, ubrzao je proizvodnju većih količina jednakih proizvoda. S trećom revolucijom proizvodne tehnologije došlo je do numeričkog upravljanja strojevima, te kasnije i računalnog upravljanja te automatizacije, što je povećalo točnost i prilagodljivost te olakšalo proizvodnju raznolikijih proizvoda u manjim količinama.

Sada je proizvodnja usred četvrte revolucije, koja je u Europi nazvana Industrija 4.0. Ona u proizvodni proces uključuje suvremene tehnologije za sakupljanje, pohranu i zajedničku uporabu podataka. Kibernetičko-fizički sustavi povezani u mrežu analiziraju tekuće operacije, sakupljaju i uspoređuju podatke te preusmjeravaju informacije u centralni server ili oblak, gdje ih uspoređuju s uvriježenim modelima strojne obrade. Sustavi s pomoću rezultata vode prilagodbu parametara, s pomoću kojih optimiraju procese strojne obrade.

Prvi sustavi za kontrolu i upravljanje

Zamisao o proizvodnji, koju usmjeravaju podaci, prisutna je već neko vrijeme. U 80-tim godinama prošlog stoljeća, istraživači s područja obrade metala su razvili prilagodljive sustave za kontrolu i upravljanje alatima, čija je namjena bila mjerenje uvjeta reza-



nja, usporedba podataka za uvođenje standarda obrade, a zatim prilagodba parametara strojne obrade za ustaljivanje operacija i ograničenja broja nepredviđenih događaja pri strojnoj obradi.

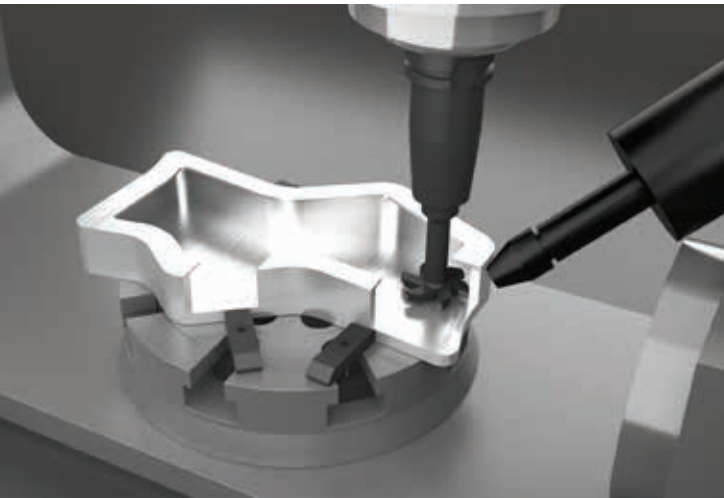
Sustavi su bili opremljeni sensorima i sondama za mjerenje čimbenika obrade, kao što su sile rezanja, snaga, moment, temperatura, hrapavost površine i buka. Tadašnja tehnologija senzora nažalost nije bila na zadovoljavajućoj razini, što se tiče potrebnih brzina i točnosti, pa stoga nije bila učinkovita, a računalima je nedostajalo procesne brzine i memorije za obradu veće količine podataka u stvarnom vremenu. Pored toga je napredna tehnologija



Patrick de Vos ■ voditelj tehničke edukacije, Seco Tools
 ■ www.secotools.com

za dobivanje i upravljanje podacima iznimno skupa.

Radi tih nedostataka, korekcije parametara tijekom obrade bile su gotovo nemoguće. Posljedica toga je bila dvostruka ili crno-bijela situacija. Ukoliko je količina sakupljenih podataka premašivala gornju postavljenu granicu, proces strojne obrade jednostavno se zaustavio. Gornje granice su bile podešene s nedovoljnim znanjem i uvidom u procese rezanja. Uz nedovoljno napredne tehnologije za obradu podataka, nedostajala je i ključna ideja, da su različite fizikalne pojave u procesu strojne obrade, kao što su temperatura, sile i opterećenja, uglavnom dinamički parametri, a ne statički, što znači da se stalno mijenjaju.



Za lakše predočavanje (slike 1.1/1.2): sile rezanja mogu u određenoj operaciji postići prosječnu vrijednost 1000 N. Dakle oko 50 posto vremena te su sile veće od 1000 N, a ostatak vremena ispod te vrijednosti. Ukoliko je ograničenje sustava postavljeno na vrijednost 1000 N, proces se zaustavlja radi prevelike sile. (Dijagrami pokazuju mjerenje u osam mikrosekundi, što govori o tome, koliko brzo se sile mijenjaju. Obrada podataka pri toj brzini 80-tih godina nije bila dostupna.)

Danas, gotovo 40 godina kasnije, tehnologija na području senzora i računarstva je prilično točnija, brža i jeftinija. Istraživanja proizvodnih procesa su bogatija za četiri desetljeća iskustva i nude bolji uvid u ključne elemente procesa.

Sakupljanje i povezivanje elemenata

Važno je razumjeti uloge različitih elemenata u procesu. Više od 80 mjerljivih elemenata utječe na operacije strojne obrade. Ključno je, da su svi elementi popisani, povezani i interaktivni. Ukoliko primjena elementa nije opravdana, posljedice mogu biti neočekivane i nekontrolirane.

Nakon sakupljanja i analize, podatke je potrebno sistematizirati po važnosti, obzirom na utjecaj svakog elementa na proces. Jasno je, da alatničarstvo ima vrlo veliki utjecaj. Popisani proizvodni alati sudjeluju pri rezanju metala: alatni stroj, CAM sustav, rezni alat, pričvršćivanje i stezanje te sredstvo za hlađenje, a u Industriji 4.0 i senzori te sustavi za dobivanje te prijenos podataka (slika 2)

U središtu rezanja metala je interakcija reznog alata s obratkom, iako je pri tradicionalnom pristupu razvoju procesne strojne obrade rezni alat često posljednja stvar na koju pomislimo. Kada planiraju nastajanje proizvoda, korisnici obično prvo izaberu alatni stroj, zatim način stezanje, sustav hlađenja i drugu opremu te tek na kraju rezni alat. Posljedica



BEST BUY STROJEVI

KVALITETA PO PRIHVATLJIVIM CIJENAMA
MOGUĆNOST ISPORUKE ODMAH!

DOSTUPAN
ODMAH



V20/5 5-OSNI OBRADNI CENTAR

- SIEMENS 828D
- 32 MJESTA U MAGAZINU ALATA, 'ARM' TIP
- 20 bar CTS
- LASER TOOL SETTER 'BLUM'

VELIČINA STOLA:	320 mm	NOSIVOST STOLA:	100 kg
NAGIBNA OS A:	+120/-30 °	HOD X/Y/Z OSI:	400 / 560 / 400 mm
ROTACIJSKA OS C:	360 °	BRZINA VRETENA:	15.000 okr/min

DOSTUPAN
ODMAH



V22 VERTIKALNI OBRADNI CENTAR

- HEIDENHAIN TNC 620
- 24 MJESTA U MAGAZINU ALATA, 'ARM' TIP
- RIGID TAPING
- PRETPRIPREMA ZA 4. OS

VELIČINA STOLA:	1.200 x 520 mm	BRZINA VRETENA:	12.000 okr/min
HOD X/Y/Z OSI:	1.000 / 560 / 550 mm	MOTOR VRETENA:	7.5 / 11.5 kW

DOSTUPAN
ODMAH



V30 VERTIKALNI OBRADNI CENTAR

- HEIDENHAIN iTNC 530
- 30 MJESTA U MAGAZINU ALATA, 'ARM' TIP
- AAC - KONTROLA AKSIJALNE TOČNOSTI
- PRETPRIPREMA ZA 4. & 5. OS

VELIČINA STOLA:	1.400 x 710 mm	BRZINA VRETENA:	18.000 okr/min
HOD X/Y/Z OSI:	1.200 / 730 / 650 mm	MOTOR VRETENA:	20 kW

NE PROPUSTITE SAJAMSKE AKCIJE
POSJETITE NAS!

CELJSKI SAJAM
4. - 7. TRAVANJ
FORMATOOL

HALA C1
ŠTAND 10

MICROCUT EUROPE

Ulica hrvatskih branitelja 3
10430 Samobor
Hrvatska

t. +385 1 3141 515
f. +385 1 3141 516

info@microcut-europe.eu

www.microcut-europe.eu



www.buffalo.com.tw

toga je situacija, u kojoj rezni alat mora nadoknaditi izbor drugih elemenata procesa, koji nije optimalan.

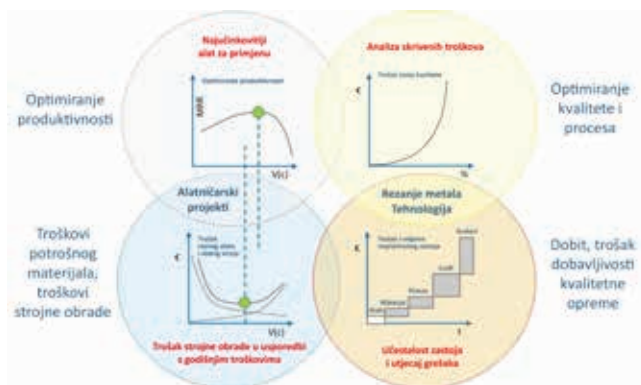
Ukoliko je primjerice izabran alatni stroj nešto nestabilniji, trebamo rezni alat s manjom silom rezanja, kako bi nadoknadio nedostatak stabilnosti. Dakle s tim alatom možda nećemo moći maksimalno iskoristiti produktivnosti pri definiranom materijalu obratka. U tom slučaju će konačni učinak izbora reznog alata biti ispodprosječni proizvodni sustav, koji ne iskorištava svoj potencijal u cijelosti.

Srećom, mnogi pojedinci u proizvodnoj industriji sada su svjesni, da je bolje raditi obnutim redoslijedom. Radionice prvo trebaju izabrati rezni alat, nakon što odluče kakav oblik i svojstva treba imati konačni proizvod, od kojeg materijala treba biti načinjen i s kojom razinom kvalitete. Rezni alat određenog materijala i geometrije mora biti što produktivniji i mora ispunjavati određene zahtjeve procesa. Zatim se pri izboru drugih elemenata procesa možemo posvetiti definiranju okruženja u kojem će rezni alat funkcionirati u skladu sa svojim mogućnostima.

Uravnotežene operacije

Kada radionica izabere elemente procesa strojne obrade, interakcija između elemenata mora biti uravnotežena, ukoliko želimo postići maksimalnu produktivnost i minimalne troškove. Pri opsegu i troškovima strojne obrade postoje stalne proizvodne poteškoće (slika 3).

Očito čimbenici obrade uključuju učinkovitost i troškove alata te strojne obrade. Među troškovima, koji nisu toliko očiti, nalazimo



troškove, koji su posljedica nepouzdanosti procesa strojne obrade, čiji rezultat su proizvodi niske kvalitete ili odbačeni proizvodi, dok drugi doprinose neplaniranom vremenu zastoja.

Iako su planirane aktivnosti, kao što su programiranje i održavanje, dio vremena kada se ne odvija strojna obrada, drugi čimbenici, kao što su greške korisnika, polomljen alat, oštećeni obratci i sustavne poteškoće, nepotrebno produljuju vrijeme obrade i povećavaju troškove. Rezni alati predstavljaju neznatan postotak izgubljenog vremena, a isto vrijedi i za materijal obratka te nepravilnosti u procesu. Utjecaj utroška vremena od strane osoblja i sustava bitno je veći.

Industrija 4.0 ističe snimanje digitalnih podataka, internet i pohranjivanje u oblaku, no te komponente samo su dio rješenja. U konačnici je potrebno sakupljene podatke analizirati i oblikovati



Postupak izrade je iznova na početku

Napredak proizvodne tehnologije posljednja tri stoljeća donio je značajno poboljšanje produktivnosti, a posljednjih godina bitno povećao mogućnost ispunjavanja specifičnih zahtjeva kupaca.

Prvi proizvođači bili su obrtnici, koji su kod kuće izrađivali nužne proizvode, kao što su odjeća, proizvodi od stakla, posude i namještaj, za osobnu primjenu. Svaki proizvod je bio načinjen prema narudžbi i bio je unikat. Kada im više nije bila riječ o golom preživljavanju, poduzetni obrtnici su načinili više kopija svojih kućnih proizvoda za druge.

Zatim su obrtnici počeli raditi u grupama u prostorima sa zajedničkim resursima, kao što je primjerice peć za kovanje ili taljenje, i tako odjednom povećali učinkovitost proizvodnje te međusobno dijelili metode rada. Opseg proizvodnje se ponovo povećao, kada su centralni izvor energije, primjerice vodenicu, paru ili električnu energiju, razdijelili po čitavoj tvornici.

U prvim tvornicama su izrađivali pojedinačne proizvode. Proizvodnje više jednakih dijelova počela je s razvojem tekućih traka, na kojima je svaki radnik ponavljao odvo-

jenu operaciju, te su proizvod dodavali iz jedne radne postaje na drugu, dok proizvod nije bio završen. To je bio početak velikoserijske proizvodnje: veći broj jednakih, barem prema prihvatljivim odstupanjima tadašnjeg vremena, proizvoda. Najpoznatiji primjer tekuće trake dolazi iz automobilske industrije, gdje su redovito tijekom više godina proizvodili jednake proizvode. Porast prodaje proizvoda je poremetio scenarij velikoserijske proizvodnje. U žaru kapitalističke konkurencije, prodavatelji su htjeli proširiti bazu svojih kupaca tako, da su ponudili izmijenjene proizvode, s kojima su udovoljili potrebama manjih tržišnih segmenata.

Izvrstan primjer toga su proizvođači automobila, koji su svoju tržišnu filozofiju »izaberite-željenu boju samo da je crna«, kojom su se poslužili kod Fordovog modela T, promijenili tako, da su kupcima ponudili sve veći izbor boja i dodatne opreme. Ukoliko su htjeli zadovoljiti sve pojedine zahtjeve kupaca, proizvođači su morali biti prilagodljivi i potražiti načine za učinkovitu promjenu različitih proizvodnih procesa. Numerička kontrola strojeva preko bušenja papirnatih kartica i kasnije računalna numerička kontrola, omogućili su brzu i pouzdanu promjenu procesa i alata. Istodobno su veće mogućnosti sustava za automatizaciju skratile vrijeme obrade i snizile trošak rada. Posljednjih nekoliko godina, proizvodne CNC ćelije, kod kojih se pritiskom na nekoliko prekidača prelazi

s jedne na drugu proizvodnju različitih dijelova ili se mijenjaju svojstva dijelova, u većoj mjeri su nadomjestile pouzdani koncept proizvodne linije kojeg je bilo teško mijenjati.

Smjernice u prodaji proizvoda široke potrošnje jasno pokazuju prednosti prilagodljivosti proizvodnje podržane računalima. Jednostavnim reprogramiranjem elemenata proizvodne linije, trgovci mogu ostvariti mnoga proširenja robnih marki. Smjernice prema individualizaciji nisu ograničene samo na proizvodnju. Veći trgovci primjerice otvaraju specijalizirane trgovine manjeg formata, koje su namijenjene pojedinoj skupini kupaca, koji žele točno određene proizvode.

Individualizacija opsega proizvodnje biti će sve veća. Slično kao i pri uvođenju modela Industrije 4.0, modeli u oblaku mogu primjenjivati informacije s tržišta za vođenje izmjene proizvoda, automatizacije i razina zaliha. Slično kao pri operaciji sustava reznih procesa u oblaku, trgovci (ljudi) će i dalje morati kontrolirati tržišne proizvodne sustave i osigurati, da su odluke sustava smislene.

Nedavno je aditivna proizvodna tehnologija omogućila proizvodnju dijelova pomjeri u kućnom okruženju. Proizvodnja, koju su pokretale digitalne informacije, sada omogućuje proizvodnju unikatnih proizvoda bez tvornice, kakve su prije stoljeća izrađivali obrtnici, međutim s neusporedivom točnošću, kvalitetom i brzinom

fizički model ili crtež, koji definira dotični proces.

U kibernetско-fizičkim sustavima se sakupljene podatke uspoređuje s crtežom, a sustav generira povratne informacije za provedbu promjena procesa s pomoću kojih dobivamo željene rezultate. Upravljanje procesom ne obavlja samo čovjek, već i računalo, koje analizira i uspoređuje podatke s modelom u stvarnom vremenu.

Posljedično model, koji je pohranjen u oblaku, mora točno opisati elemente procesa. Izrada takvog modela zahtijeva potpuno razumijevanje operacija. Nažalost strojna obrada predstavlja stvarnost koju je vrlo teško točno opisati. Model mora primjerice prepoznati dinamička svojstva materijala obratka, jer promjene u čvrstoći obratka uzrokuju promjenjive sile rezanja. Međutim, nemoguće je izmjeriti čvrstoću svakog obratka. A u nekim slučajevima čvrstoća obratka može biti za deset posto viša od nazivne čvrstoće materijala, što dovodi do sila rezanja, koje su isto za deset posto veće.

Zadržavanje ljudske kontrole

Model, koji tijekom procesa uči i mijenja se, kako bi omogućio što točniji opis procesa, bilo bi idealno rješenje glede upravljanja procesa, no tehnologija još nije napredovala to te točke.

Proizvodni inženjeri moraju stoga znati, kako je model bio generiran i načinjen, kako bi mogli zaključiti, je li njegova osnova za upravljanje procesima rezanja zaista utemeljena. Ukoliko su parametri, izabrani preko interakcije modela sa stvarnim parametrima, upitni, inženjer će znati na temelju čega je bio napravljen izbor, te se mogu odlučiti i odbaciti ih. Kibernetско-fizički sustav može upravljati procesom rezanja metala, no proizvodni inženjer je taj, koji provodi kontrolu nad sustavom.



Na temelju više desetljeća iskustva na terenu i provedenih istraživanja, Seco izrađuje i brine o iznimno točnim modelima procesa. Ti modeli nisu u obliku zatvorenih kutija, već omogućuju unutrašnju i vanjsku mogućnost usmjeravanja procesa, jer su ljudska prosudba, iskustvo i aspekt bitnog važni za konačan uspjeh nove proizvodne revolucije, Industrije 4.0.

➤ www.secotools.com

» Alati od ABS-a, koji podnose visoke tlakove

Tvrtka Stratasys je na svojem štandu na sajmu K 2016 predstavila 3D-pisač J750, koji je jedini pisač u boji s mogućnošću izrade proizvoda od više materijala. Pisač može brzo načiniti kalup za injekcijsko prešanje plastike od ABS materijala, koji može izdržati visoke tlakove i temperature, što je bilo provjereno na ubrizgavalicama tvrtke Dr. Boy. Na sajmu su predstavljeni i brojni uzorci 3D-tiskanih proizvoda iz raznolike palete materijala za konačni proizvod. Prikazana je i visoka učinkovitost otisnutog kalupa od digitalnog ABS-a, koji je namijenjen injekcijskom prešanju dijelova s malim volumenom, što će povećati učinkovitost, dobit i bitno



skratiti vrijeme isporuke. Brojni drugi izložbeni eksponati uključivali su različite aplikacije 3D-tiskanja. A predstavljen je i njihov 3D-pisač Fortus 450mc, koji predstavlja višenamjensko rješenje za proizvođače.

STORMA

MACHINES TOOLS

VISOKOUČINKOVITE KRUŽNE PILE ZA ODREZIVANJE ČELIKA I OBOJENIH METALA

EXACTCUT VAM NE NUDI SAMO STANDARDNA RJEŠENJA VISOKOUČINKOVITIH KRUŽNIH SUSTAVA PILA, VEĆ I RJEŠENJA KOJA OSTVARUJEMO PREMA VAŠIM ŽELJAMA I ZAHTJEVIMA.

FLEKSIBILNOST VAM VEĆ U OSNOVI NUDIMO S OPSEŽNIM ASORTIMANOM DODATNE OPREME.

NAJVAŽNIJA VODILJA NAM JE NARAVNO, PORED UVJERLJIVOG OSIGURAVANJA KVALITETE, POSTIĆI ZA KONKRETNE ZAHTJEVE KUPCA OPTIMALNI OMJER CIJENE / KAPACITETA, KAKO U SAMOJ IZRADI POSTROJENJA, TAKO I U NJEGOVOJ RADU.

