

Uvajanje hitre izdelave pri izdelkih fluidne tehnike

Igor DRSTVENŠEK, Darko LOVREC, Vito TIČ, Anton BURJEK, Luka JELOVČAN

Povzetek: Hitra izdelava prototipov se je že uveljavila kot pomembno orodje za skrajševanje časa od ideje do trženja izdelka ob hkratnem zmanjševanju stroškov razvoja in dviganju kakovosti končnih izdelkov. Zaradi mehanskih lastnosti gradiv, iz katerih so izdelani hitri prototipi, so se ti v začetku uporabljali le za predstavitev končnih izdelkov, vizualizacijo konceptov, oblikovne analize in analize ujemanja ter lažje funkcionalne preizkuse. Napredek na področju gradiv in tehnologij pa je povzročil, da se te tehnologije vse bolj uveljavljajo tudi za izdelavo končnih, funkcionalnih izdelkov – hitra izdelava – Rapid Manufacturing. Osnovna ideja je kar najhitreje izdelati končni izdelek na osnovi modela CAD, brez uporabe klasične obdelave z odvzemanjem materiala. Proizvodi fluidne tehnike s svojimi pogosto zapleteno oblikovanimi gradniki predstavljajo primerne elemente za tehnologijo hitre izdelave. V tem prispevku so uvodoma predstavljeni ideja in postopki hitre izdelave prototipov oz. izdelkov ter prikazane možnosti uporabe na področju fluidne tehnike. Poudarek je na hitri izdelavi elementov, ki jih uvrščamo med pribor izdelkov fluidne tehnike.

Ključne besede: Hitra izdelava izdelkov, fluidna tehnika, pribor,

■ 1 Uvod

Hitra izdelava prototipov (Rapid Prototyping – RP) je izraz, ki zajema skupino tehnologij za hitro, neposredno izdelavo realnih objektov ali sklopov na osnovi trirazsežnih podatkov iz sistemov za računalniško podprto konstruiranje CAD. To pomeni, da pride uporabnik paketa CAD do izdelka podobno, kot če bi uporabljal urejevalnik besedil – torej s klikom na gumb »natisni«. Zato danes naprave za hitro izdelavo prototipov pogosto imenujemo tudi trirazsežni tiskalniki, čeprav le nekatere tudi dejansko delujejo kot tiskalniki. Za rojstvo tehnologije hitre izdelave prototipov štejemo leto 1986, ko je podjetje 3D

Systems patentiralo postopek, imenovan stereolitografija. Patentu je na trgu sledil prvi stereolitografski aparat – SLA-1, podjetje 3D systems pa je danes vodilno na svojem področju. Od takrat se je na trgu pojavilo že veliko število najrazličnejših tehnologij za hitro izdelavo izdelkov, ki vedno manj ustrezajo nazivu »prototip«.

Hitro izdelavo prototipov najdemo tudi pod imeni: prostorska izdelava prostih oblik, računalniško avtomatizirana izdelava, slojevita izdelava, neposredna izdelava, e-izdelava, v zadnjem času pa je najpopularnejši naziv dodajalna tehnologija. Najbolj očitna je uporaba hitre izdelave prototipov kot vizualizacijskega sredstva. Modeli, izdelani po teh postopkih, so uporabni tudi kot funkcionalni elementi v različnih preizkusih, vse več pa je tudi končnih izdelkov, narejenih po dodajalnih postopkih. Nadalje lahko modele iz hitre izdelave prototipov uporabimo kot pozitivne za izdelavo orodnih kalupov po postopkih hitre izdelave

orodij, kot so modeli za litje z vstavki in litje v silikonsko gumo. Na splošno velja, da lahko zaradi slojevite narave s temi tehnologijami izdelamo zelo zapletene in komplicirane izdelke (tudi vgnezdene strukture in že sestavljene mehanizme), pri čemer oblikovna zapletenost ne vpliva na čas in stroške izdelave. Zaradi tega vse več uporabnikov posega po slojevitih tehnologijah oziroma dodajalnih postopkih tudi takrat, ko gre za izdelavo končnih izdelkov »po meri« in celo manjših serij končnih izdelkov (avtomobilska in letalska industrija, moštva Formule 1, industrija športnih pripomočkov, medicina ...).

Vse več je tudi drugih industrijskih panog, ki posegajo po orodjih s področja dodajalnih tehnologij in vedno znova odkrivajo njihove prednosti. V tem prispevku želimo predstaviti rezultate raziskav možnosti uporabe dodajalnih tehnologij na področju izdelave hidravličnih in pnevmatičnih komponent. Z njimi

Dr. Igor Drstvenšek, univ. dipl. inž., doc. dr. Darko Lovrec, univ. dipl. inž., Vito Tič, univ. dipl. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo; Anton Burjek, univ. dipl. inž., Luka Jelovčan, univ. dipl. inž., Kladivar Žiri, d. d., Žiri

smo dokazali nesporne prednosti in možnosti prihrankov, ki jih te tehnologije ponujajo uporabniku. Z njimi se vedno hitreje seznanjajo slovenska industrijska podjetja.

■ 2 Slojevite tehnologije – princip delovanja

Čeprav govori teorija o štirih osnovnih principih hitre izdelave, kamor sta poleg hibridnih všteta tudi postopka CNC-odvzemanja in preoblikovanja, večina komercialnih naprav deluje po dodajalnem postopku, kjer izdelava objekta poteka po slojih. Predstavljajmo si, da trirazsežni računalniški

modela na kakovost površine in čas izdelave. Ta je predvsem odvisen od višine modela med izdelavo.

- Sledi izdelava podpornega sistema, če ga postopek potrebuje, in »razrez« modela na sloje.
- Podatki o posameznih slojih nato potujejo do krmilne enote naprave za hitro izdelavo, ki poskrbi za njihovo izdelavo. Podajalni sistem se po vsakem izdelanem sloju pomakne za debelino sloja navzdol (ponekod tudi navzgor – odvisno od konstrukcije naprave), čemur sledi izdelava naslednjega sloja.

Trenutno najbolj razširjen in tudi najgospodarnejši je postopek selektivnega laserskega sintranja, pri katerem sloje izdeluje poseben »plug«, ki nanese tanek sloj poliamida v prahu – tipična debelina je 0,15 mm – laserski žarek pa v ta sloj »vžge« obliko ene plasti. Obdelana plast se s pladnjem vred umakne navzdol, postopek pa ponavlja, dokler izdelek ni končan. Končni izdelki so lahko precej veliki, malce problematični pa sta natančnost izdelave in hrapavost površine.



Slika 1. Kljub odličnemu realističnemu fotografskemu prikazu se nič ne more primerjati z modelom v roki. Levo: model ohišja CAD, sredina: naprava EBM (Electron Beam Melting), desno: ohišje ventila iz Ti6Al4V.

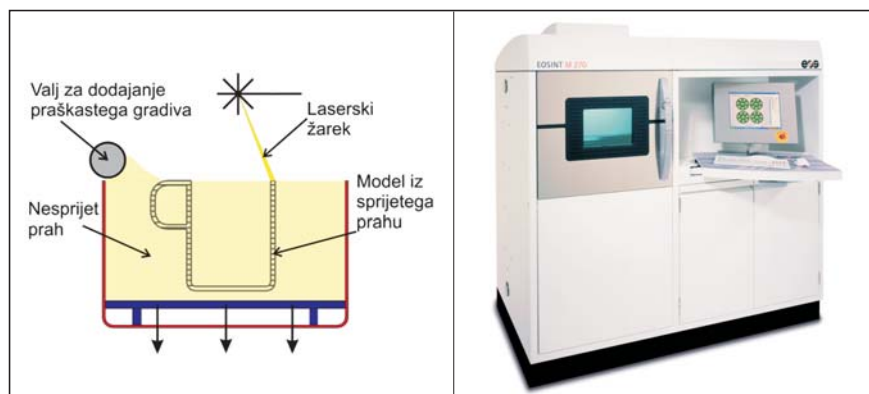
model »narežemo« na tanke sloje, recimo debeline enega lista pisarniškega papirja. Tako dobimo veliko število slojev, od katerih vsak predstavlja en prerez celotnega modela. Tak prerez je dvorazsežna slika, ki bi jo lahko natisnili z običajnim tiskalnikom. Če bi natisnili vse prereze na papir, jih izrezali s škarjami, namazali z lepilom in v pravilnem zaporedju položili enega na drugega, bi nastal otipljiv model. Tak model bi lahko pobarvali in dali naročniku v oceno, še preden bi stekla serijska izdelava. Kritične v tem opisu so seveda škarje in dejstvo, da ne režejo same. Zato se je razvilo precej različnih tehnologij hitre izdelave, nekatere med njimi uporabljajo za gradnjo tudi papir, vsem pa je skupen naslednji postopek:

- Trirazsežni model CAD zelenega objekta uvozimo v program, s katerim model pripravimo za izdelavo. Priprava vključuje pregled modela in njegovo postavitev v delovni prostor naprave. Zaradi gradnje po slojih vpliva postavitev

Izdelava slojev je od postopka do postopka različna in odvisna predvsem od materiala. Teh je danes več vrst, prednjačijo pa različni polimeri, od termoplastov do fotopolimerov. Tu je cel kup praškastih postopkov, ki vključujejo tudi kovinske praške in keramiko, ter nekaj postopkov, ki za izdelavo uporabljajo papirnate in PVC-liste.

2.1 Namen hitre izdelave prototipov in končnih izdelkov

Hitra izdelava prototipov se je uveljavila kot metoda hitrega razvoja izdelkov, ki je pomembno vplivala tudi na potek razvoja izdelkov. Tako je dandanes mogoče izdelati prototipe že v fazi iskanja konstrukcijskih rešitev in tako določene rešitve



Slika 2. Shematski prikaz procesa selektivnega sintranja in naprava za selektivno lasersko sintranje kovin

preizkusiti, še preden steče prilaganje konstrukcije tehnološkim zahtevam. Tak prototip navadno imenujemo konceptni model, saj je z njim predstavljena zgolj ena iz množice mogočih rešitev. V začetnem obdobju hitre izdelave prototipov je bilo za tako nastale prototipe značilno, da so imeli sprejemljivo geometrijsko natančnost, mehanske lastnosti gradiv, iz katerih so bili narejeni, pa niso zadoščale zahtevam končnega izdelka. Zato so bili v prvi vrsti namenjeni:

- predstavitev končnih izdelkov,
- vizualizaciji konceptov,
- oblikovnim analizam in analizam ujemanja,
- izdelavi orodnih gravur in livarskih kalupov ter
- lažjim preizkusom ujemanja, v redkih primerih pa tudi delovanja.

Danes je s temi postopki mogoče izdelati popolnoma uporabne prototipe oziroma kar končne izdelke, ki v vseh pogledih izpolnjujejo svojo funkcijo. Vse več je tudi izdelkov, ki so že od vsega začetka načrtovani za izdelavo z dodajalnimi tehnologijami.

V tem smislu se je razdelilo tudi polje raziskav, kjer se v glavnem govori o hitri izdelavi (Rapid Manufacturing) na eni in hitri izdelavi prototipov in orodij (Rapid Prototyping & Tooling) na drugi strani. Hitra izdelava je sicer še vedno predvsem predmet akademskih razprav in uporabe na visokotehnoloških področjih, kot so:

- letalska industrija,
- vesoljska tehnika,
- medicinska tehnika,
- športna oprema,
- dirke Formule 1 ipd.,

vendar se ravno tu kažejo posebnosti in možnosti, ki govorijo v prid hitre izdelave kot enega bistvenih tehnoloških postopkov prihodnosti. Nujno je poudariti, da hitra izdelava izhaja iz hitre izdelave prototipov, torej vse bistvene ugotovitve s področja prototipov veljajo tudi za področje končnih izdelkov. Ne nazadnje se danes vsi končni izdelki, narejeni po dodajalnih postopkih,

izdelujejo na istih napravah kot prototipi. Potreben je bil le miselni preskok od konstruiranja za izdelavo in montažo h konstruiranju za dodajalne postopke, kjer tehnoloških ovir praktično ni, v mnogih primerih pa tudi montaža ni več potrebna, saj lahko s slojevitimi tehnologijami izdelujemo že sestavljene sklope.

Zelo zanimiva postaja ta tehnologija tudi pri izdelavi majhnih serij in prototipnih serij izdelkov, ker je z nekaterimi postopki mogoče hitreje in gospodarnejše priti do končnega izdelka kot z uporabo klasičnih izdelovalnih postopkov. Trenutno najbolj znana je neposredna izdelava slušnih aparatov po meri, torej za znanega kupca. Pri tem je tak slušni aparat cenejši od serijsko izdelanega, o funkcionalnosti pa tako ne gre izgubljati besed.

Podobno je področje vzdrževanja, kjer je sicer treba še veliko narediti za uveljavitev teh postopkov v splošni praksi, vendar so nekatere prednosti

ni mogoče izdelati. Tak primer predstavljajo prilagojeni hladilni kanali v orodjarski industriji, kanali krmilnih ventilov v fluidni tehniki in podobno. Izdelava teh kanalov je bila do sedaj povsem podrejena izdelovalnemu postopku – običajno je šlo za vrtanje – če ne končnega izdelka pa orodja. Danes teh omejitev ni več, saj je lahko kakršenkoli kanal popolnoma poljubno oblikovan in tako prilagojen potrebam tekočine, ki bo po njem potovala, ne pa obdelovalnega postopka, s katerim bo izdelan. Ta »prostost« se prenaša tudi na ostale vidike oblikovanja, ko zunanja oblika ni več nujno prizmatična, temveč je lahko prilagojena potrebam – vgradnje, konstrukcije, estetike ... In nazadnje, zakaj bi bili vsi izdelki enaki, če so lahko posebej prilagojeni naročniku, pri čemer to ne vpliva na končno ceno izdelka.

Zato pravimo, da s slojevitimi tehnologijami dobimo oblikovno zahtevnost zastonj.



Slika 3. Primer izdelave lobanjskega vsadka in slušnega aparata, narejenih po meri za znanega kupca z uporabo stereolitografije

nesporne do te mere, da na primer ameriška vojska vlaga precejšna sredstva v nov logistični koncept opreme letalonosilk. Tako naj bi v prihodnje na letalonosilkah tovorili ustrezne praškaste materiale in napravo za selektivno nataljevanje, kar bi omogočilo izdelavo nadomestnih delov za letala po potrebi. Velika prednost pred sedanjim konceptom je v prihranku prostora, saj je kovinski prah veliko enostavneje »pospraviti« v podpalubje kot velike in okorne nadomestne dele.

Prednosti slojevitih tehnologij pa so najbolj izrazite pri izdelavi oblik, ki jih z ostalimi izdelovalnimi postopki

■ 3 Hitra izdelava komponent fluidne tehnike

Razmere in konkurenca na tržišču silijo proizvajalce hidravličnih in pnevmatičnih komponent, da čas od ideje do končnega izdelka čim bolj skrajšajo. Zato je dandanes že skoraj nuja, da je razvoj izdelka podprt z močnimi programskimi orodji, ki omogočajo doseči optimalno zasnovo izdelka že v njegovi zgodnji fazi na osnovi simulacijskotehničnih raziskav.

Naslednji korak snovanja in optimiranja virtualno zasnovane komponente fluidne tehnike je izdelava

prototipa ali začetne serije. Če to poteka po klasičnem postopku, je ta dolgočasen in sorazmerno drag. Ta čas pa je možno občutno skrajšati z uporabo predstavljenih postopkov hitre izdelave. Za področje fluidne tehnike bo uporabnost te sodobne tehnologije prikazana v nadaljevanju na treh različnih primerih.

Kje bi to tehniko, ta način izdelave izdelkov lahko uporabljali na področju fluidne tehnike?

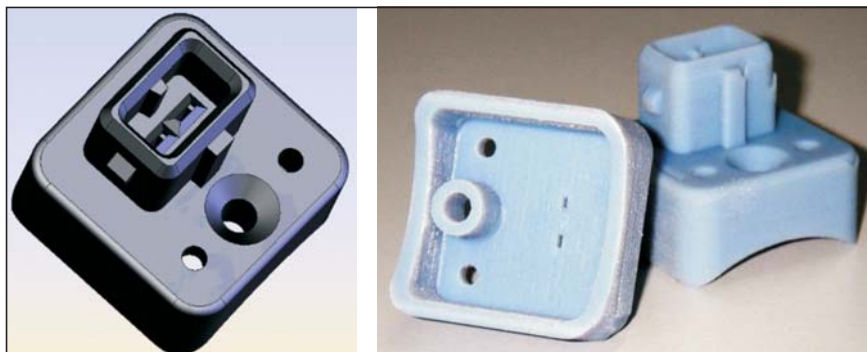
Izdelke bi lahko grobo razdelili na tri skupine. Prvo skupino predstavljajo »manj zahtevni« izdelki, pri čemer se ta nivo zahtevnosti nikakor ne nanaša na obliko izdelka, temveč na njegove mehanske obremenitve. To je skupina izdelkov, ki jo običajno imenujemo kar pribor, npr. razne ročice ventilov posebnih oblik, konektorji elektromagnetov. Drugo skupino predstavljajo zahtevni izdelki, pri čemer se njihova zahtevnost nanaša na posebno obliko izdelka, ki je povezana z njegovo funkcijo in učinkovitostjo delovanja. Kot primer za to skupino izdelkov lahko omenimo posebne energijsko varčne izpihovalne šobe za pnevmatična orodja. Tretjo skupino izdelkov pa predstavljajo zelo zahtevni izdelki, tako glede oblike kot trdnostnih lastnosti. V to skupino vsekakor spadajo hidravlični ventili s svojo geometrijsko zahtevno obliko.

3.1 Razvoj plastičnih elementov hidravličnih in pnevmatičnih komponent

Konstruiranje hidravličnih in pnevmatičnih komponent se običajno začne z izdelavo osnovnega ventila (recimo potni ventil po standardu ISO 4401 za razpored priključnih odprtin), ki se nato nadgradi z različnimi izvedbami (recimo različna izvedba elektromagnetov za različno napajalno napetost, več tipov priključnih električnih konektorjev, različne izvedbe zasilnega ali pomožnega ročnega vklopa, ...). Razlog za to so različni nacionalni standardi, varnostni razlogi, ki so prav tako nacionalno pogojeni, različni pristopi gradnje strojev in podobno. Tako je treba za družino hidravličnih ali pnevmatičnih

ventilov zagotoviti množico drobnih delov, ki jih pogosto na trgu ni možno enostavno kupiti.

Na tuljavah elektromagnetov za krmiljenje hidravličnih ali pnevmatičnih ventilov se uporablja več tipov priključnih konektorjev. Eden od njih je tudi t. i. JUNIOR TIMER podjetja AMP, ki je zelo uveljavljen na področju avtomobilske industrije in industrije mobilnih strojev. Problem tega konektorja je, da ni standardiziran po nobenem mednarodnem ali nacionalnem standardu in ga ni možno kupiti, zato mora vsak proizvajalec, ki proizvaja elektromagnetne ventile, proizvajati tudi omenjeni konektor. Ker gre za oblikovno relativno kompleksen izdelek, katerega oblika ni definirana z nobenim veljavnim standardom, je možnost napake pri konstruiranju zelo velika. Vsekakor je pred izdelavo orodja za brizganje plastike smiselni preskus funkcionalnosti z orodji hitre izdelave prototipov. Ker gre za relativno neobremenjen izdelek, ga je možno direktno izdelati z omenjenimi orodji, tudi maloserijsko, če potrebujemo samo nekaj kosov. Enako lahko pripravimo eksponate in marketing.



Slika 4. JUNIOR TIMER konektor – virtualna zasnova (levo) in prototipni izdelek

Drugo področje uporabe orodij Rapid Prototyping na področju pomožnih elementov za hidravlične komponente je kontrola konstrukcije pri spremembah. Na sliki 5 je prikazan primer pnevmatskega 4/3-ventila, kjer je potrebna sprememba dolžine ročice. Ročica na takem ventilu nima zgolj vloge aktuatorja, ampak ima tudi pomembno ergonomsko in estetsko vlogo. Tako lahko vsaka sprememba vpliva še na mnoge druge dejavnike

poleg delovanja ventila. Teh pa navadno ni mogoče ustrezno obdelati z obstoječimi računalniškimi orodji. Z uporabo hitre izdelave prototipov je mogoče hitro izdelati spremenjen prototip in ga predstaviti kupcu. Sprememba orodja za brizganje plastike se nato izvede po potrditvi prototipa s strani kupca.

3.2 Razvoj in izdelava izpihovalne šobe

Eden največjih porabnikov stisnjenega zraka v proizvodnem procesu so brez dvoma t. i. zračne pištole. Pri tem gre za veliko porabo zraka, ki ga glede na delovni proces po potrebi izpihamo. Razen tega, da takšno izpihovanje predstavlja veliko porabo zraka, lahko posredno povzroči takšen padec tlaka v pnevmatičnem sistemu, da pride do motenj v delovanju pnevmatičnega krmilja.

Na prvi pogled so takšne pištole »nujno zlo«, pri čemer velja pravilo: Kar pride noter, gre tudi ven. Vendar pa ni nujno, da je vedno tako. Na tržišču je možno dobiti t. i. energijsko varčne izvedbe pištol, ki porabijo manj zraka kot klasične. Kot je znano, ni

skrivnost v sami pištoli (njeni obliki), temveč samo v izvedbi izpihovalne šobe. Primere klasičnih in energijsko varčne pištole prikazuje *slika 6*.

Energijsko varčne šobe delujejo na principu Venturijeve šobe s stranskimi sesalnimi odprtinami. Princip delovanja temelji na Bernoullijevi in kontinuitetni enačbi: če se zmanjša presek, se poveča hitrost in če se poveča hitrost, se zmanjša tlak, vse



Slika 5. Ročni pnevmatični 4/3-potni ventil in njegova spremenjena ročica, izdelana po postopku PolyJet



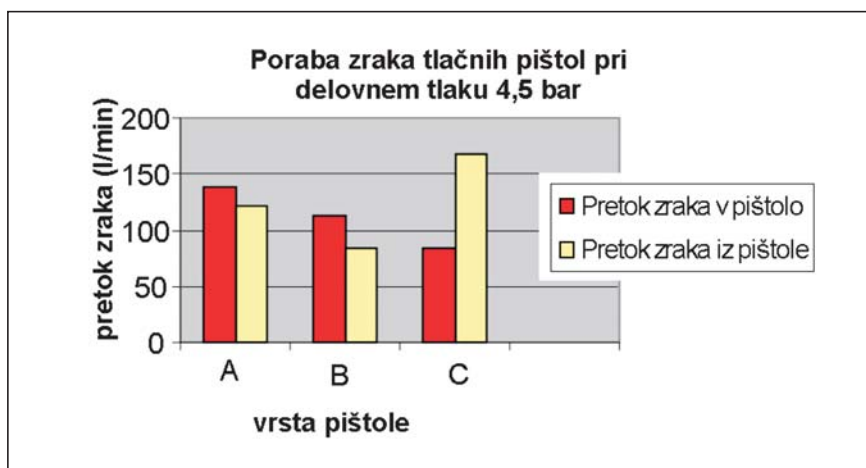
Slika 6. Primeri klasične (A in B) in varčne pištole (C – proizvajalec SMC)

do podtlaka, tako da skozi stranske odprtine sesamo zrak iz okolice. Tega pa ni bilo potrebno komprimirati. Poenostavljeno rečeno, to pomeni, da smo iz pištole dejansko dobili več zraka, kot smo ga dovedli – slika 7. Prihranek pri porabi zraka znaša tako kar 40 %.

Da bi dosegli čim večji izkoristek takšne šobe (čim manjša količina zraka na vstopu in čim večja na izstopu), je potrebno notranjost šobe ustrezno zasnovati: optimirati pretočne razmere in zagotoviti čim večji sesalni učinek. Na ta način je določena oblika šobe, ostane pa še njena izdelava. Pri tem se običajno zatakne, saj zahtevne oblike pogujejo uporabo zahtevnih in dragih izdelovalnih postopkov oz. v nasprotnem primeru, če uporabimo zaradi enostavnejše izdelave in s tem nižjih stroškov enostavnejše oblike, učinek šobe ni optimalen.

Združiti obe dobri stvari: ohraniti zapleteno geometrijo šobe ob hkrati nizkih stroških izdelave je možno z uporabo RM-tehnologije. Kot primer je bila geometrija šobe razvita najprej ob pomoči programskega orodja za računalniško (simulacijo) dinamike fluidov (Computational Fluid Dynamics CFD), nakar je bila optimalna

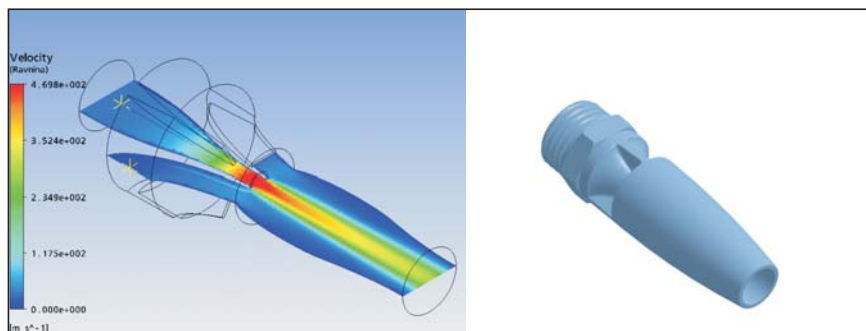
Za serijsko izdelavo tovrstne šobe bi proizvajalec potreboval verigo zapletenih orodij, pa tudi tu bi bilo treba šobo precej prilagoditi. Prilaganje šobe posebnim naročnikovim potrebam ne bi bilo mogoče. Z uporabo principov hitre izdelave oziroma dodajalnih tehnologij, ki so tehnološka osnova hitre izdelave, pa je mogoče izdelati poljubno število poljubno oblikovanih šob ob enakih stroških, kot če bi bile vse šobe popolnoma enake. To je še posebej



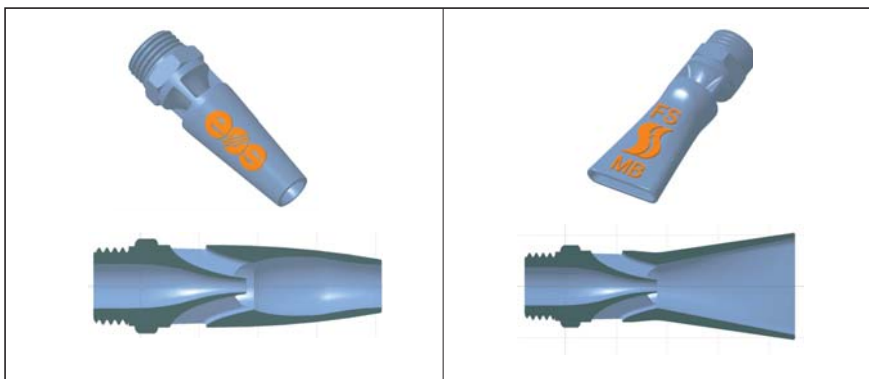
Slika 7. Poraba zraka pri različnih izvedbah pištole oz. šobe

geometrija izdelana po RP-postopku. Primer simuliranih razmer v šobi in videz izdelka prikazuje slika 8, slika 9 pa prikazuje dve različni, namensko oblikovani, oblikovno in tokovno optimirani šobi.

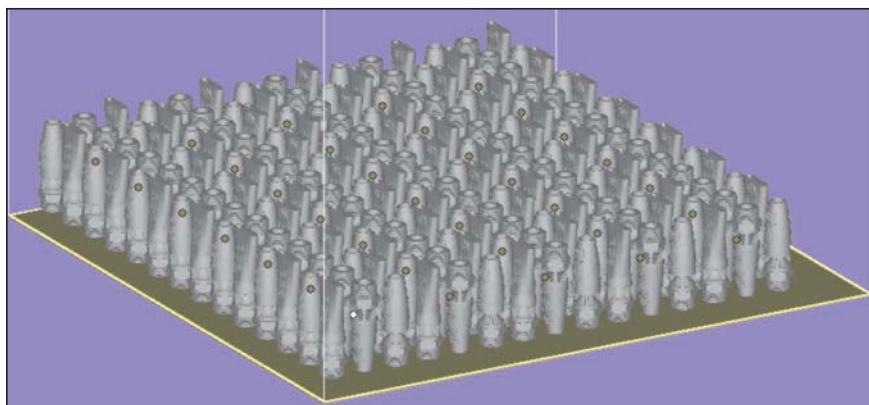
pomembno pri uporabi na raznih strojih in napravah, kjer je treba z obliko šobe zagotoviti tudi dostavo zraka na točno določeno mesto ali pa z obliko curka zraka doseči določen namen. V vseh tovrstnih primerih je



Slika 8. Računalniško snovanje geometrije in končni videz šobe



Slika 9. Zunanji videz in notranja geometrija dveh različnih šob



Slika 10. Optimalna zapolnjenost delovnega prostora

mogoče obliko šobe popolnoma prilagoditi in jo izdelati za vsak primer posebej.

Stroškovno taka izdelava ni problematična in je celo primerljiva s serijsko izdelanimi šobami, seveda ob upoštevanju specifičnih lastnosti uporabljenih materialov. Tako smo za primer vzeli postopek selektivnega laserskega sintranja, konkretno napravo EOSINT P380, s kakršno razpolaga Regionalni tehnološki center Zasavje. Z njo smo izdelali določeno število popolnoma funkcionalnih šob za reklamne namene.

Za večino dodajalnih postopkov velja, da dosežejo stroškovni optimum ob čim večji izkoriščenosti delovnega prostora. To je zaradi narave delovanja še posebej značilno za selektivno lasersko sintranje poliamidnih prahov in prahov na bazi poliamida. Slika 10 prikazuje delovni prostor naprave, v katerem smo dosegli optimalno zasedenost. Poudariti je treba, da smo v tem primeru izdelovali po tri različne tipe šob, da pa bi stroškovno dosegli enak učinek, če bi obliko šob

poljubno spreminjali, le da bi njihova dolžina ostala enaka.

Pri tej zapolnjenosti bi čas izdelave ene šobe znašal približno 2 minuti, šoba iz poliamida pa bi stala približno 40 % serijsko izdelane šobe, ki jo lahko trenutno kupimo na trgu.

■ 4 Zaključek

Za postopke hitre izdelave še vedno velja prepričanje, da so dragi, v nekaterih okoljih pa celo, da so modna muha ali nepotrebna igrača. Ta prispevek dokazuje, da temu ni tako in da so dodajalni postopki dejansko pomembno orodje za skrajševanje tako razvojnih kot pripravnih časov. Razlog za relativno skromno uporabo v slovenski industriji lahko iščemo predvsem v slabem poznavanju tehnologij in omejenosti z izkušnja mi odvezemalnih in preoblikovalnih tehnologij. Nekatero naprave za hitro izdelavo so dejansko drage in velikokrat precenjene. Deloma je vzrok za to v trgu, na katerem vlada veliko povpraševanje, deloma pa v dejstvu, da so postopki še zelo

mladi in temu primerno nerazviti, kar zahteva nenehna vlaganja v razvoj in temu primerno visoko ceno izdelkov. Vendar so nekateri postopki (predvsem SLS – Selective Laser Sintering in SLA – Stereolitography) že dosegli določeno zrelost, kar se odraža na padanju cen opreme. Vendar to ni vzrok za majhno uporabo dodajalnih tehnologij, saj bi več podjetij lahko združilo moči in skupaj vložilo v to tehnologijo. Pri tem so popolnoma odveč konkurenčno obarvane bojazni – nasprotno! S tovrstnim sodelovanjem lahko podjetja zgolj pridobijo, ker pride do izmenjave izkušenj in njihove vključitve v nove probleme. To s tujko imenujemo sinergijski učinki, o katerih pa ljudje predvsem razglabljamo.

Dodajalne tehnologije niso zgolj nova tehnološki postopek, temveč vodijo v novo industrijsko revolucijo. In če se je prva zgodila z uvedbo tolerančnega sistema, ki je omogočil serijsko izdelavo, se bo druga z razvojem hitre izdelave, ki bo spremenila potek vrednostnih verig, ker bo v ospredje postavila idejo in znanje, namesto tehnologije.

Literatura

- [1] <http://www.rapiman.net/>, zadnji ogled 24. 07. 2008.
- [2] <http://www.eos.info/>, zadnji ogled 24. 07. 2008.
- [3] <http://www.arcam.com/index.asp>, zadnji ogled 24. 07. 2008.
- [4] Wohlers, T.: Wohlers report: Rapid Prototyping, Tooling and Manufacturing; 2005, Wohlers Associates, Fort Collins, Colorado.
- [5] Hopkinson, N.: Rapid Manufacturing – An Industrial Revolution for the Digital Age, 2006, Wiley, Chichester.
- [6] Drstvenšek, I.: Hitra izdelava prototipov. IRT 3000 (2006), štev. 4; str. 50–59.
- [7] Drstvenšek, I., Pogačar, V.: Hitra izdelava prototipov po PolyJet postopku. Eurotech (2004), štev. 2, str. 62–68.
- [8] Dolinšek, S. et. al. (2005). Industrial Applications with DMLS Rapid Tooling, International Manufacturing Leaders Forum, Adelaide, Australia

The rapid manufacturing of fluid power components

Abstract: Rapid prototyping is a process introduced some years ago as an important aid to shortening the time from an idea to the marketing of the product, with the simultaneous reduction of the costs of development and the improvement of the quality of the final products. The basic idea of the product is the fastest possible manufacture of a real prototype on the basis of the CAD model, usually without the interference of machining processes.

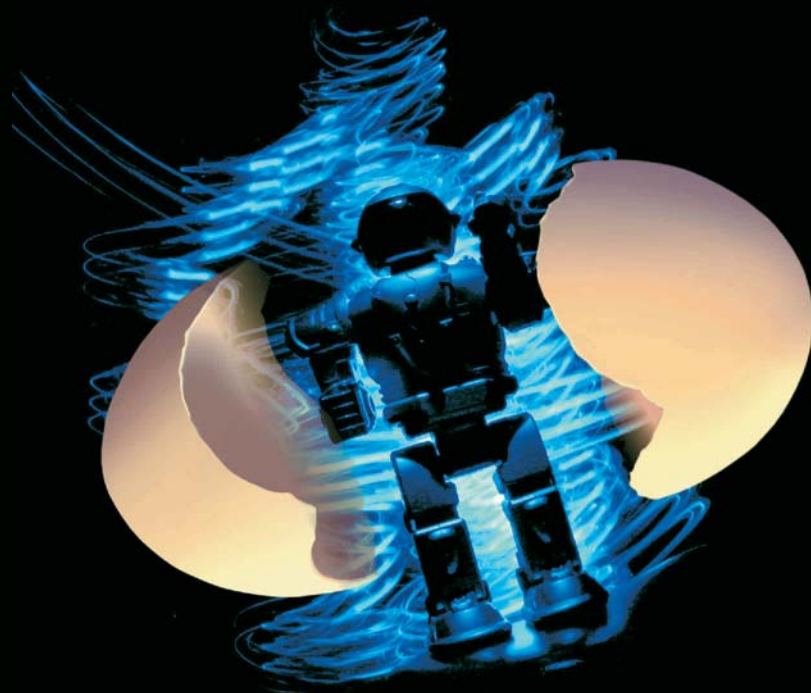
The resulting prototypes have a high geometrical accuracy, whereas the mechanical properties of the materials from which they are made usually do not satisfy the requirements of the final product. Therefore, such prototypes are intended particularly for the presentations of final products, the visualization of design concepts, shape analyses and conformity analyses, making tool die impressions and casting moulds or simple functional tests. The progress in the field of rapid technologies and a great variety of appropriate materials causes the manufacturing of final, functional products – Rapid Manufacturing.

Fluid power components represent a specific area of products, due to its complicated geometric shape, or due to exposure to large internal or external mechanical loads. In this article the idea and methods of rapid prototyping or manufacturing are presented, as well the possibilities of using these technologies in the field of fluid power. The emphasis is on the rapid manufacturing of components that are allocated to fluid power accessories.

Key words: Rapid manufacturing, fluid power, accessories,

Opomba: Prispevek je bil v daljši obliki predstavljen na strokovnem srečanju Fluidna tehnika 2007 v Mariboru.

IFAM
international trade fair of
automation & mechatronic
28.-30. 01. 2009
hall K, Celje, Slovenia www.ifam.si



Mednarodni strokovni sejem
za avtomatizacijo, robotiko,
mehatroniko, ...

*International Trade Fair
for Automation, robotics,
mechatronic, ...*