

Stroji, ki tiskajo predmete

3D-tiskalniki omogočajo, da se računalniško oblikovani tridimenzionalni predmeti zelo hitro materializirajo v predmete

Esad Jakupović
Denis Šenkinc

Tiskalniki, ki tiskajo predmete, oblikovane na računalniku, so v uporabi že dobro desetletje v avtomobilski in vojni industriji, arhitekturi, izobraževanju in na drugih področjih. Do zdaj je bila uporaba izključno profesionalna, kar je razumljivo glede na visoko ceno tovrstnih naprav (več deset tisoč ali sto tisoč evrov). Zadnja leta se pojavljajo cenejši modeli, ki bodo čez nekaj let povzročili splošno uporabo 3D-tiskalnikov tudi v vsakdanje namene. Strokovnjaki že napovedujejo cenejše modele, ki bi jih uporabljali kot hišne delavnice za izdelovanje najrazličnejših predmetov iz svojih sanj.

Predmeti za zdaj niso izdelki, uporabni za vgradnjo, temveč le modeli, uporabni za vizualizacijo konceptov, preverjanje načrtov in nadaljnji razvoj izdelkov. Vseeno pa je tehnologija danes tako razvita, da se lahko ustvarjajo funkcionalni modeli in modeli z različno obarvanimi deli. V prihodnosti bo tehnologija zagotovo napredovala do možnosti izdelave različnih končnih in uporabnih predmetov, kot so na primer daljinski upravljalniki, žarnice ali prenosni telefoni. Osnovna tehnologija 3D-tiskanja je stereolitografija, ki se danes imenuje tudi hitro prototipiranje (*rapid prototyping* – RP) oziroma hitra izdelava prototipov.

Materiali so večinoma plastične snovi, občutljive za svetlobo, v obliki široke folije na valju, tekočine v tanku ali prahu v posodi. Predmeti se v prvem primeru izdelujejo z računalniško vodenim izrezovanjem slojev materiala iz široke folije. Za »konfiguriranje« vsakega sloja poskrbi računalniško voden laserski žarek, ki se fokusira z optiko. V drugem primeru se na platformi, potopljeni v plastično tekočino, sloji drug za drugim oblikujejo z zgoščevanjem tekočine pod delovanjem ultravijoličnega (UV) žarka. V tretjem primeru se prah škropi z vezivno tekočino, s čimer se oblikujejo sloji predmeta, s katerega se preostali prah na koncu odpihne. Model prihodnjega predmeta se v računalniku razreže na dvorazsežne sloje oziroma rezine debeline od 0,1 do 0,2 milimetra. Dvodimenzionalne programske slike slojev nato omogočajo natančno oblikovanje slojev iz plastičnega materiala (ponekod tudi kovine) v 3D-tiskalniku ter sloj za slojem oblikovanje celotnega predmeta.

Obstaja tudi variacija tretjega postopka, t. i. tehnologija selektivnega laserskega sintra-

nja, ki temelji na slojeviti gradnji izdelka iz finega prahu in toplotni obdelavi z laserskim žarkom. Posamezna plast se z laserskim žarkom stali.

Tehnologija je tako rekoč edina, s katero je mogoče proizvajati tudi uporabne izdelke z dobrimi mehanskimi in fizikalnimi lastnostmi. Lani je podobno tehnologijo predstavil profesor Behrokh Khoshnevis, le da se v tej za sintranje ne uporablja laser, temveč segrevanje celotnega bloka iz plastičnega prahu. V tehnologiji t. i. fuzijskega modeliranja z nanašanjem se uporablja raztopljena plastika ali drug material, podoben vosku, ki se brizga sloj za slojem. S tem postopkom 3D-tiskanja se zagotavljajo tudi zdržljivi in zmogljivi modeli, ki imajo lahko uporabno vrednost.

Podjetje ZCorporation je razvilo svojo tehnologijo, pri kateri tiskalnik iz zalogovnika najprej nanese plast prahu na delovno površino, nato pa brizgalne glave nanesejo vezivo na prah, ki plast naredi kompaktno. Novost tehnologije je, da brizgalne glave poleg veziva nanašajo tudi barvo. Tako je končni model lahko enotne barve ali ima teksturo, kot jih določimo predhodno v modelirniku. Prednosti tehnologije sta tudi hitrost in nizka cena izdelave modelov. Prototipi so po izdelavi porozni in zato ne preveč vzdržljivi, kar pa je mogoče popraviti z dodatno impregnacijo s smolami, voski, poliuretanskimi materiali ipd.

Prihod »3D-tovarn«

Nedavno so v podjetju ZCorporation razvili zelo uspešen postopek izdelave kalupov za kovinske odlitke. S CAD-opremo je namreč

3D - tiskalniki

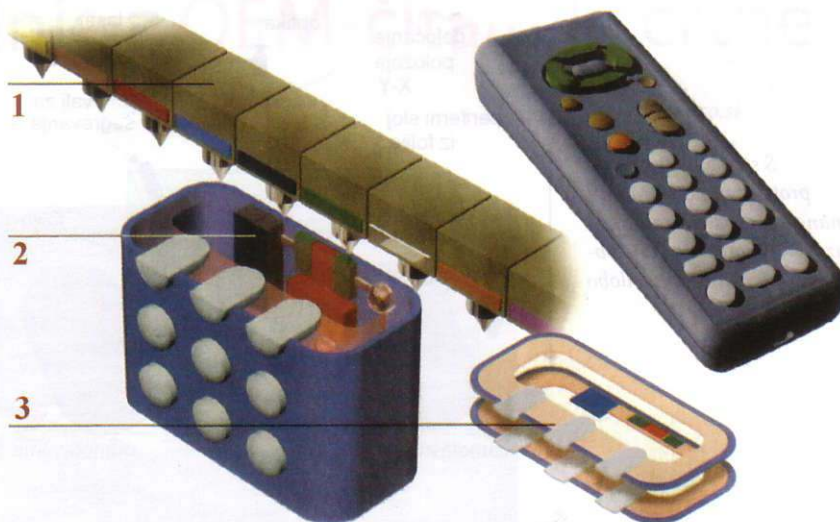
mogoče iz načrta novega izdelka sorazmerno lahko pripraviti načrt kalupa, ki se nato izdelava z enim od tiskalnikov razreda Z. Ti kalupi so izdelani bistveno hitreje kot kateri koli drugi in so tudi cenejši. Kalupi se običajno izdelujejo iz materiala na osnovi keramike, ki omogoča neposredno litje kovin z nižjimi temperaturami topljenja, kot so aluminij, cink in magnezij.

Resna konkurenca 3D-tiskalnikom lahko postanejo bistveno cenejši stroji za računalniško vodeno mehanično izdelavo prototipov iz lesa, plastike in drugih materialov. Programska oprema za industrijsko oblikovanje namreč omogoča sorazmerno preprosto izdelavo kalupa glede na prototip. Kalup se lahko nato izdelava s prototipnim mehanskim strojem. Posamezni namizni stroji, kot je denimo Roland MDX-15, stanejo le nekaj več kot 2000 evrov. Z dražjimi in kakovostnejšimi modeli so lahko kalupi seveda še boljši, a še vedno cenejši od tistih, pridobljenih s prototipnim tiskanjem. Razvoj 3D-tiskalnikov je torej ubral smer nadaljnje pocenitve in širjenja, kar bo naposled po eni strani pripeljalo do še večje izbire profesionalnih modelov za različne namene, po drugi strani pa celo do »hišnih tovarn«, ki bodo omogočale izdelovanje najrazličnejših predmetov in naprav po posameznikovih zamisli.

Tiskanje namesto proizvodnje

Inženirji s kalifornijske univerze v Berkeleyju razvijajo brizgalno tehnologijo, ki naj bi omogočila tiskanje celotnih električnih in elektronskih pripomočkov, kot je na primer televizijski daljinski upravljalnik. Jedro omenjene tehnologije je v tem, da se klasični večdelni postopek izdelave ohišja ter nameščanja tiskanega vezja, stikal in drugih komponent zamenja z enim samim – s tiskanjem. Trik je v samem tiskalniku in postopku tiskanja, ki naj bi omogočila nanašanje sloja za slojem različnih prevodnih, polprevodnih in izolacijskih polimernih snovi, ki bi naposled dali celoten pripomoček oziroma preprosto napravo. Z nanašanjem pametnih polimerov se danes izdelujejo funkcionalni prototipi z gibljivimi mehaničnimi deli, podobnimi tistim v resničnih končnih izdelkih. Bistven napredek, ki ga napovedujejo raziskovalci iz Berkeleyja, bo uvajanje elektronike v tiskane naprave, s čimer bi se proizvodnja precej poenostavila, stroški pa zelo zmanjšali. Skupini iz Berkeleyja je že uspelo tiskati elektronske dele, kot so tranzistorji, kondenzatorji, induktivne tuljave in druge polprevodniške komponente. Njihovo povezovanje pri tiskanju bo le korak naprej.

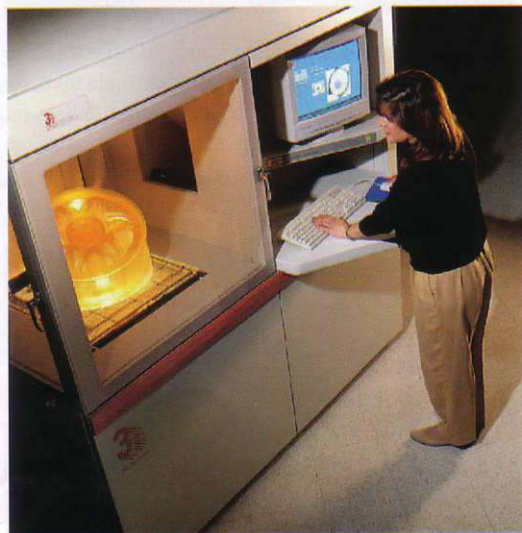
Ko bodo razvili ustrezen sistem kartuš za brizgalni tiskalnik, bodo znanstveniki lahko »natisnili« daljinski upravljalnik, žarnico, radio, prenosni telefon, elektronsko igraro in druge podobne funkcionalne sisteme, in sicer brez ekstenzivne proizvodnje in namestitvenih trakov. Gumbi v natisnjenem upravljalniku bodo izdelani iz enega polimera, infrardeči oddajnik iz drugega, elektronika iz več polimerov; le baterije bodo resnične in dodatno vstavljene. Da bi se izognili vzmetem, bodo za gumbe uporabili »elektroaktivne« polimere, ki bodo ob pritisku s



prstom ustvarjali električno napetost in tako omogočali upravljanje naprave. Velja tudi nasprotno: raziskovalci bodo lahko uporabljali elektroaktivne polimere za ustvarjanje mišičja robotov, ki bodo pod delovanjem električne napetosti spreminjali obliko in tako omogočali gibanje. Za tiskanje žarnice na primer bodo raziskovalci uporabljali prozorne polimere in plastične svetlobne oddajnike. Znanstveniki pričakujejo, da bo tehnika spajanja upogljivih materialov in elektronike, t. i. fleksonika (*flexonics*), revolucionarno vplivala na industrijsko oblikovanje. Tiskane naprave bodo cenejše, zagotovo pa tudi manj zmogljive, ker so električne lastnosti polimerov v primerjavi s silicijem precej slabše. Hitrost polimernih tranzistorjev je denimo stokrat manjša kakor hitrost silicijevih. Toda tehnologija tiskanja se bo razvijala naprej.

Sintranje brez laserja

Najnovejša tehnologija izdelave prototipov s sintranjem, ki jo je na univerzi Južne Kalifornije razvil profesor Behrokh Khoshnevis, še naprej uporablja tiskanje s polimernim prahom (kot sta polistiren in poliester), toda brez laserja. Tehnologija se imenuje sintranje s selektivnim oviranjem (*Selective Inhibition Sintering* – SIS). Podobno kot pri laserskem sintranju se 3D-model najprej razvije s CAD-programsko opremo. Nato se razbije v zelo tanke navidezne sloje. Posamezen sloj se oblikuje z nanosom

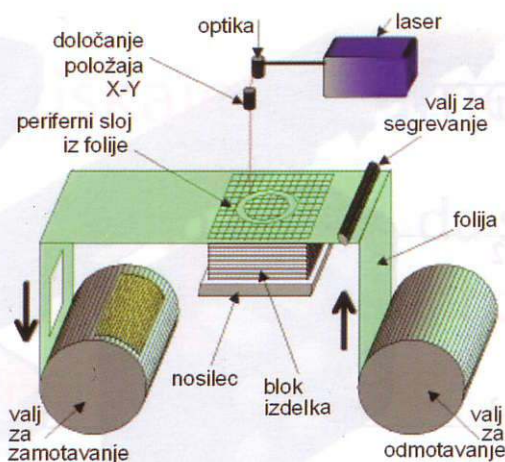


TV- upravljalnik iz tiskalnika – prikaz tehnologije tiskanja po zamisli raziskovalcev iz Berkeleyja:

1. Kartuše brizgalnika vsebujejo elektroniko in več vrst premičnih delov za tiskanje z različnimi elektroaktivnimi polimeri.
2. Namesto da bi bila lepljena ali lotana na tiskanem vezju, je elektronika vgrajena v samo polimerno ohišje.
3. Daljinski upravljalnik bo natisnjen v enem samemu prehodu, sloj za slojem.

Modeli najvišje kakovosti: stereolitografski tiskalnik SLA 7000 podjetja 3D Systems uporablja dvojno lasersko tehnologijo in sloje, debele le 0,0254 milimetra.

S stereolitografijo do prototipa: modeliranje z nanašanjem sloja za slojem iz traka materiala, ki je občutljiv za svetlobo



sloja polimernega praha debeline 0,1 milimetra. Pri laserskem sintranju se opravlja računalniško vodeno stapljanje določenih delov sloja z laserskim žarkom, ki tako postanejo del modela. Nasprotno se pri tehnologiji nasprotni deli, ki naj ne bi bili del modela, obravnavajo s sredstvom, ki preprečuje stapljanje. Ko je sloj pripravljen oziroma ko so določeni deli zaščiteni pred stapljanjem, se celoten sloj izpostavi segrevanju. Nezaščiteni deli se stopijo, na zaščitene pa ostane prah, ki je na koncu celotnega postopka tiskanja preprosto odpihnen. Po mnenju Khoshnevisa bo s tehnologijo SIS mogoče poleg plastičnih prototipov proizvajati tudi kovinske prototipe in celo resnične izdelke.

Tiskanje 3D-modelov

Delovanje 3D-tiskalnika Vidar TRUprinter 6000 smo si ogledali v ljubljanskem podjetju IB-PROCADD.



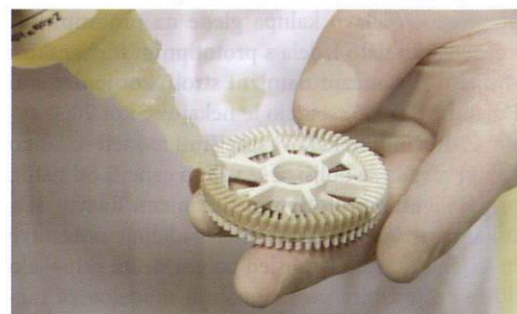
3D-tiskalnik Vidar TRUprinter 6000 in čistilna enota

Velikost izdelka, ki ga lahko izdela 3D-tiskalnik, je 254 x 356 x 203 mm. Tiskalnik model izdela tako, da prek posamezne plasti prahu, ki je lahko debela od 0,089 do 0,203 mm, z brizgalnimi glavami nabrizga vezivo in barve. Barve se nanašajo podobno kot pri ink-jet tiskalnikih. Tiskalnik pri tem nima omejitev,



Čiščenje izdelka

saj uporablja tri barve: cyan (modra), magenta (rožnata) in yellow (rumena), ki skupaj z vezivom tvorijo barvni model CMYK. Hitrost tiskanja je dve plasti na minuto. Po nanosu vseh plasti je model izdelan, vendar pa ga je treba še očistiti, ker je prekrit z odvečnim prahom. Po grobem in finem čiščenju s curkom zraka v čistilni komori je model pripravljen še za zadnjo fazo oziroma nanos sekundnega lepila. Slednja po sušenju modela zagotovi, da je končni model trden. Pri izdelavi večjih modelov, ki jih zaradi omejitev velikosti delovnega področja tiskalnika ni mogoče narediti v enem kosu, lahko model razdelimo na posamezne manjše dele, po končanem tiskanju pa jih zlepimo.

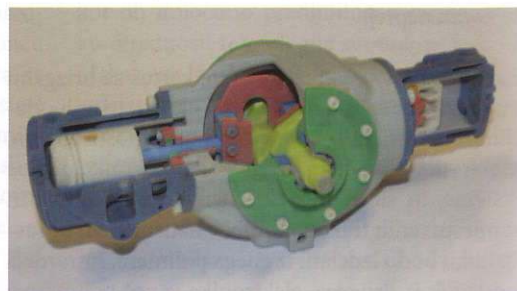


Nanašanje sekundnega lepila

Programska oprema za tiskanje poskrbi, da so robovi bolj prepojeni z vezivom kot notranjost. Vendar pa ima model zaradi tiskanja v plasteh po višini manjšo trdnost kot po širini in globini. Večje površine in posamezni detajli morajo biti debeli vsaj en milimeter. Če želimo izdelati več modelov, programska oprema tiskalnika omogoča tudi to, da hkrati tiskamo več modelov.

S programsko opremo TRUprint pripravimo modele za 3D-tisk. Uvozimo lahko modele datotečnih formatov STL, VRLM in PLY. TRUprint omogoča povečanje, zmanjšanje ali rotacijo modela, ko je vse pripravljeno za tisk, pa še izpis parametrov izdelave. Pri tem nas obvesti o času izdelave in predvideni porabi materiala.

Prednosti tiskalnika (predvsem sta to nizka cena izdelanega modela in hitrost tiskanja) bodo zanimive predvsem za podjetja, ki morajo za predstavitev svojih zamisli uporabiti 3D-modele. Oblikovalcem in konstrukterjem omogoča lažjo predstavitev idej, poleg tega pa tudi hitro prepoznavanje oblik in odpravo napak. ■



Model, izdelan v barvah, za natančno ponazoritev delovanja sklopa