

Sajam plastike i gume K 2010 potvrdio uspješan izlazak iz krize (I. dio)

Privedili: Gordana BARIĆ, *Božo BUJANIĆ, Igor ČATIĆ, Damir GODEC, Maja RUJNIĆ-SOKELE, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, *Šestan-Busch, Prelog
Foto: Miodrag KATALENIĆ (FSB), Maja RUJNIĆ-SOKELE, Messe Düsseldorf, novinski materijali predstavljenih tvrtki
 Redakcija: Igor ČATIĆ



Düsseldorf je od 27. listopada do 3. studenoga 2010. bio domaćin najveće svjetske izložbe svega što se odnosi na plastiku i gumu – materijala, opreme, mjernih instrumenata, usluga, organizacija, obrazovanja, literature... Düsseldorfski je sajamski prostor u svojih 19 hala ugostio 3 102 izlagača iz 56 zemalja (na žalost, ovaj put samo jednoga iz Hrvatske, varaždinskog tvrtku *Soing* d.o.o.) i oko 222 000 posjetitelja (doduše 9 % manje nego na K'07), uglavnom ljudi iz struke, studenata i đaka te nešto znatizeljnika.

Atmosfera sajma bila je ispunjena očekivanjima za bolji položaj plastičarskoga i gumarskoga sektora. Dojam je da je kraljica K 2010 – *It's K time* (Ovo je vrijeme za K) mogla biti – *Inoviraj i surađuj*. Inovacije uz proklamiranje suradnje bile su glavne riječi na gotovo svim novinarskim konferencijama. Poboļjšano, nova primjena, brže, niži troškovi... A suradnja donedavno konkurentskih tvrtki u borbi protiv onoga što stiže iz sve jačih Kine i Indije (bolje reći zemalja BRIC-a (Brazil, Rusija, Indija i Kina ili po novome BRICMI-ja (pridodane Indonezija i Meksiko)) sveprisutna je. Optimizam se osjećao na svakome koraku, *ide na bolje* čulo se sa svih strana. Obavljeni poslovni razgovori, sklopljeni poslovi, najavljeni kontakti, interes za nabavu nove opreme... Nakon gotovo dvije godine pada i konsolidacije na koju su tvrtke bile primorane konkretni su pokazatelji da se javljaju novi oblici konkurentске borbe.

Gotovo 57 % posjetitelja stiglo je izvan Njemačke, iz više od stotinu zemalja. Iako je K svjetski sajam, na njemu ipak prevladavaju Europljani – njih je gotovo 55 %. Azija je drugi kontinent po broju posjetitelja – oko 30 000, a samo iz Indije stiglo ih je 10,5 tisuća, dok je broj posjetitelja iz Turske povećan čak za 40 % u odnosu na K'07.

Najveći interes posjetitelja (njih više od dvije trećine) izazvali su strojevi i popratna oprema, a malo manje od polovine obilazilo je tvrtke koje su predstavljale materijale i dodatke. Više od 60 % posjetitelja činio je srednji ili viši upravljački sloj tvrtki ili pak savjetnici, što znači da su imali mogućnost ozbiljnih pregovora i zaključivanja poslova, a ne samo upoznavanja s novostima, što potvrđuje i činjenica da je oko

75 % prisutnih tvrtki sklopilo na sajmu barem jedan ugovor.

Pozitivna kretanja potvrđuje i istodobno pristigli izvještaj njemačkoga Udruženja proizvođača strojeva i popratne opreme (VDMA), prema kojemu su se narudžbe plastičarskoga sektora udvostručile krajem 2010. u odnosu na 2009., a talijanski proizvođači opreme za plastičarsku industriju (okupljeni u *Assocomplastu*, udruženju koje je 28. 9. 2010. proslavilo 50. obljetnicu) svoju su proizvodnju u 2010. povećali za 8 % u odnosu na 2009. dosegnuvši prihod veći od 3,5 milijardi eura.

Plastika i guma dokazano imaju svijetlu budućnost, kao materijali za kreativne ideje, posebice u području energijske učinkovitosti i štednje neobnovljivih izvora. Na popratnom događaju nazvanom *Visions in Polymers* posebice je obrađivana ta tema te su se okupili mnogi stručnjaci iz cijeloga svijeta. Na listi uglednika zaslužnih za područje plastike i gume naveden je i prof. G. Menges, počasni član DPG-a i član *Međunarodnoga uredničkog vijeća* ovog časopisa. Nedostajalo je jedno ime, Ruđera Boškovića, koji je prema rezultatima istraživanja još jednoga počasnog člana DPG-a, D. Stoiljkovića, predvidio postojanje makromolekula još u 18. stoljeću.

Bezočan napad na plastiku iz vlastitih redova

Prema mišljenju redaktora ovog izvještaja, na sajmu je talijanski proizvođača API SpA izložio na više mjesta plakat nedopustiva sadržaja. Nakon povratka sa sajma, redaktor je poslao pismo na adrese više stotina urednika, pretežno stručnih časopisa. Na temelju njegove reakcije, glavni urednik britanskog magazina *Plastics in Packaging* napisao je uvodnik, koji prenosimo izdvojeno (Polimeri 31(2010)3-4, 152).

Injekcijsko prešanje

Kako je injekcijsko prešanje najzastupljeniji postupak prerade polimera (i u Hrvatskoj), ovaj će dio izvještaja sa sajma K 2010 imati naglasak na područje ubrizgavalica i kalupa za injekcijsko prešanje.

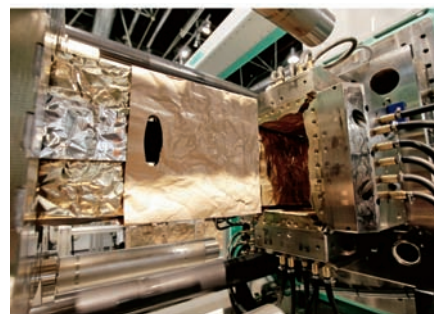
Ubrizgavalice

Arburg

Tvrtka *Arburg* predstavila je nekoliko nova rješenja iz palete svojih osnovnih proizvoda i primjena. Od prvog predstavljanja hibridnih ubrizgavalica *Hidrive* na *Danima tehnike 2009.* u Lossburgu do sajma K 2010 javnosti je predstavljeno pet modela ubrizgavalica s rasponom između priječnica od 370 · 370 mm do 720 · 720 mm te silama zatvaranja kalupa u rasponu od 600 do 3 200 kN. Premijerno je prikazana nova, sada najveća ubrizgavalica iz te obitelji, *Allrounder 920 H* (slika 1a). Novu ubrizgavalicu karakterizira nova servoelektrična jedinica za zatvaranje kalupa sile zatvaranja kalupa 5 000 kN te s razmakom između priječnica 920 · 920 mm. Tri riječi koje najbolje opisuju novu ubrizgavalicu su: brza, produktivna i precizna. Na *Arburgovu* izložbenom prostoru nova je ubrizgavalica, u sustavu s kompleksnim kalupom tvrtke *Haidlmar* te s novim robotskim sustavom *Multilift Select*, proizvodila vrećicu nalik na papirnatu (slika 1b).



a)



b)

SLIKA 1 – Najveća ubrizgavalica iz Lossburga: a) *Allrounder 920 H*, b) kalup za izradu vrećice (Foto: *Arburg* i *Messe Düsseldorf*)

Bila je izložena i jedinica za mikroinjekcijsko prešanje. U prošlosti je pri mikroinjekcijskom prešanju postojala teškoća postići doziranje od nekoliko miligrama, jer masa samo jedne granule može prelaziti tu vrijednost. Pripremljena taljevina pri tome mora biti savršeno toplinski i mehanički homogenizirana, a temperaturu cilindra potrebno je precizno podešavati. Novi sustav kombinacija je jedinice s pužnim vijkom promjera 8 mm i drugoga pužnog vijka zaduženoga za taljenje polimera. Taj sustav omogućuje mikroinjekcijsko prešanje granule *normalnih* materijala, odnosno ne zahtijeva posebnu pripremu materijala u oblik mikrogranula, a znatno je i skraćeno vrijeme zadržavanja materijala u cilindru.

Trajno unaprjeđivanje automatizacije procesa injekcijskoga prešanja jedna je od misija tvrtke. Stoga je prikazan rezultat projekta ostvarenoga u suradnji s partnerima iz industrije i znanstvene zajednice. Zajednički naponi rezultirali su sustavom koji omogućuje četiri operacije unutar jednoga kalupa: umetanje, magnetiziranje, injekcijsko prešanje i montažu. Riječ je o tehnički zahtjevnom trodijelnom proizvodu, rotacijskom enkoderu s integriranim magnetskim senzorom. Proces počinje izradom magnetskog diska od poliamida sa sadržajem ferita. Tijekom samog ubrizgavanja dolazi do orijentacije i magnetiziranja materijala. Zatim se takvi diskovi prenose na drugu stanicu, na stranu pomičnog dijela kalupa, s pomoću robotskog sustava, koji istodobno u drugu stanicu ulaže senzor, ali ova ga puta na stranu nepomičnog dijela kalupa. Sve se zatim povezuje ubrizgavanjem nosive pločice od poli(butilen-tereftalata) ojačanoga s 30 % staklenih vlakana. Magnetski disk i senzor tako su povezani s pomoću polimernog materijala montažnim injekcijskim prešanjem. Konačno, na trećoj stanici izrađuje se zaštitni pokrov magnetskog diska od prozirnoga ABS-a. Robotskim sustavom uklanja se zaštitni pokrov i nosiva pločica prije njihove montaže u konačni proizvod - rotacijski enkoder.

Tvrtka je zajedno s tvrtkom *Zahoransky Group* predstavila potpuno novi, inovativni koncept kalupa za dvokomponentno injekcijsko prešanje četkica za zube. Sustav je uključivao električnu ubrizgavalicu sile zatvaranja kalupa 3 200 kN s dvije jedinice za ubrizgavanje (horizontalnom i vertikalnom) te kalup za dvokomponentno injekcijsko prešanje s 12 kalupnih šupljina (slika 2a). Tijela četkica za zube izrađuju se od dva materijala: čvrstog polipropilena na koji se mjesno naprešava mekani elastoplastomer unutar istog ciklusa injekcijskog prešanja. Otpresci se vade iz kalupa s pomoću sustava za pneumatsko vađenje otpresaka tvrtke *Barth*. Vrijeme ciklusa injekcijskog prešanja iznosi oko 20 sekundi.

Specifičnost novoga kalupa za izradu četkica je servosustav za pozicioniranje kalupnih šupljina (e. *Servo Cavity Positioning System*, SCPS). SCPS zamjenjuje podsustave unutar kalupa za višekomponentno injekcijsko prešanje koji su obavljali funkcije rotacija, pomaka jezgri itd. Postojeći sustavi zahtijevali su izradu velikih kalupa, što je posljedično zahtijevalo uporabu ubrizgavalica visokih sila zatvaranja kalupa. Novo rješenje temelji se na vertikalnom gibanju dvaju nosača otpresaka smještenih na pomičnom dijelu kalupa, a pomak se ostvaruje preko navojnog vretena. Pri otvaranju kalupa nosači prenose otpreske (kao poluproizvod ili izradak) na određene pozicije. Nakon ubrizgavanja prve komponente nosači poluproizvode prenose do pozicije na kojoj će se ubrizgati druga komponenta. Drugi nosač istodobno vadi gotove četkice iz kalupa te se pri zatvaranju kalupa vraća u prvobitni položaj (slika 2b).

Od primjera višekomponentnoga injekcijskog prešanja valja istaknuti i prikazani kalup načinjen u suradnji s tvrtkom *Fohoba*, koji je na hidrauličnoj ubrizgavalici sile zatvaranja kalupa 2 500 kN i s dvije jedinice za ubrizgavanje proizvodio čepove za posude za vodu. Riječ je o tzv. kockastom kalupu koji se rotira oko okomite osi, a ima četiri sljubnice. Na svakoj je po osam kalupnih šupljina. U prvom položaju ubrizgava se prva komponenta, zatim se kalup rotira za 90 stupnjeva u drugi položaj gdje se prva komponenta hladi. Slijedi rotacija za sljedećih 90 stupnjeva do treće pozicije u kojoj se ubrizgava druga komponenta te konačno rotacija do posljednje pozicije u kojoj se kalup otvara i otpresci vade iz kalupne šupljine. Nakon svakog ciklusa iz kalupa se vadi osam otpresaka.

Na području upravljanja radom ubrizgavalica tvrtka *Arburg* još od 1980-ih razvija sustav *Selogica*. Na sajmu po prvi puta je predstavljen modula nazvanog *Set-up Assistant*, koji služi za jednostavno i intuitivno upravljanje ubrizgavalicom, posebice pri podešavanju parametara prije početka probne proizvodnje. Poslužitelj kroz pet jednostavnih koraka unosi potrebne

podatke preko sučelja upravljačke jedinice, a zatim slijedi automatski inicijalni proračun parametara prerade. Nova filozofija u razvoju upravljačkih jedinica donijela je dvije temeljne prednosti *Selogica* s navedenim modulom. Poslužitelj koji radi na, primjerice, izmjeni kalupa na ubrizgavalici ne mora biti stručnjak za rad na ubrizgavalici da bi namjestio početne parametre injekcijskog prešanja. S druge strane, samo podešavanje parametara prerade znatno je kraće.

Arburg je također predstavio sustav za programiranje 6-osnog robota koji zahtijeva vrlo kratku obuku za programiranje, u što se osobno uvjerio i izvijestitelj (slika 3).

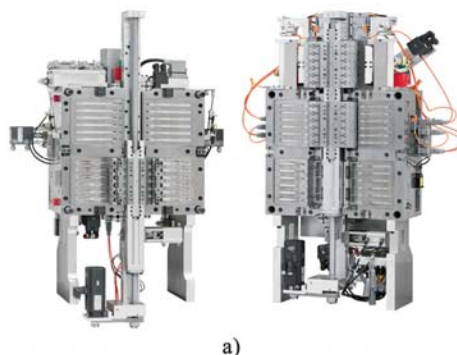


SLIKA 3 – Programiranje 6-osnog robota postaje dječja igra (Foto: M. Katalenic)

Od ostalih izložaka valja spomenuti primjer injekcijskog ukrašavanja u kalupu (s etiketama), izradu medicinskih proizvoda u uvjetima čiste sobe, primjer injekcijskog prešanja kapljevito silikona, oprešavanje kabela...

BOY

Pod sloganom *Velike ubrizgavalice - kompaktno konstruirane* tvrtka *BOY* je predstavila 16 ubrizgavalica (slika 4), uključujući ultrakompaktnu ubrizgavalicu *BOY XS* (sila zatvaranja kalupa 100 kN), kompletnu paletu vertikalnih ubrizgavalica *BOY* te *BOY 90 E* (sila zatvaranja kalupa 900 kN) opremljenu servomotorom.



SLIKA 2 – Sustav za injekcijsko prešanje četkica za zube: a) kalup, b) izrada na ubrizgavalici *Allrounder 720 A* (Foto: *Arburg*)



SLIKA 4 – Izložbeni prostor tvrtke BOY (Foto: BOY)

Ubrizgavalica od koje se najviše očekivalo bila je bitno poboljšana *BOY 35 E*, sile zatvaranja kalupa 350 kN. Nova ubrizgavalica opremljena je servomotorom za pogon pumpe. Srce ubrizgavalice je sinkroni elektromotor sa zupčastom pumpom. Motor je reguliran s pomoću elektroničkog pretvarača. Plak i ostale nominalne vrijednosti podešavaju se s pomoću upravljačke jedinice *Procan ALPHA*. Stvarne vrijednosti mjere se simultano te se reguliraju u zatvorenoj petlji. Upravljački i pogonski podsustavi svojim radom udovoljavaju zahtjevima svakog dijela ciklusa. Između faze *završetak vremena doziranja* i *završetak vremena hlađenja* motor i pumpa miruju - ne troše energiju. Često je potrošnja energije toliko niska da nije potrebno dodatno hlađenje ulja. S obzirom na konstrukciju, servomotor pumpe ima bolju dinamiku pomaka, što rezultira kraćim ciklusima i boljom kvalitetom otpresaka. Dodatna prednost je signifikantno niža razina buke pri radu ubrizgavalice. Potrebna instalacijska površina ubrizgavalice je samo 1,9 m² - riječ je o najmanjoj ubrizgavalici u klasi. Uz prikazanu ubrizgavalicu *BOY 35 E HV* (horizontalna jedinica za ubrizgavanje), predstavljena je i nova ubrizgavalica *BOY 35 E VV* (vertikalna jedinica za ubrizgavanje), za čiju je instalaciju potrebna površina od samo 1,7 m².

Dodatne ubrizgavalice serije *BOYE* sa servomotorima uključuju *BOY 55 E* i *BOY 90 E* sile zatvaranja kalupa 550 i 900 kN. *BOY 55 E* hibridna je ubrizgavalica i postiže vrlo kratke cikluse.

Predstavljeno je i devet novih ubrizgavalica serije *BOY XS*. Ubrizgavalicama iz te serije moguće je proizvoditi mikro- i male otpreske volumena 0,1 do 8,0 cm³. Ubrizgavalice iz serije *BOY XS* na raspolaganju su u horizontalnoj i vertikalnoj izvedbi jedinice za ubrizgavanje. Radna površina ubrizgavalica iznosi samo 0,6 do 0,8 m².

Primjer uporabe u uvjetima čiste sobe za proizvodnju pločice za miniosteosintezu, mase

samo 0,1 g, dokazuje primjerenost te serije ubrizgavalica za mikroinjekcijsko prešanje. Proizvodnja je osigurana pri uvjetima klase 6, *ISO 14644-1*.

Proizvodnja dijelova od duromera prikazana je na ubrizgavalici *BOY 22 A* (sila zatvaranja kalupa 220 kN). Riječ je o tehnički jednostavnoj ubrizgavalici, a njezina se konstrukcija nije mijenjala desetljećima.

Engel

Ova je tvrtka nastupila je pod sloganom *Ubrizgavanje budućnosti (e. injection the future)*, a sukladno tomu predstavili su nova inovativna rješenja u injekcijskom prešanju koja klijentima donose višu proizvodnost.

S područja automobilske industrije predstavljena je novost u pogledu izrade čvrstih i laganih komponenata. Predstavljeni primjer bio je izrada ojačane organske ploče upravljačkog mehanizma vozila s pomoću ubrizgavalice *Engel duo 2050/500 pico*. Uporaba ojačanog poliamida omogućuje zamjenu aluminijskih ili čeličnih ploča laganim organskim pločama. Nove ploče obuhvaćaju uporabu staklenih ili ugljikovih vlakana u poliamidnoj (ili polipropilenskoj) matrici.

Uz taj primjer, prikazano je i prevlačenje otpreska poliuretanom na potpuno električnoj ubrizgavalici *Engel e-motion 280 T* primjenom *clearmelt* postupka. Postupak obuhvaća injekcijsko naprešavanje folije koja oponaša drvo na plastomerni nosač, a zatim se otpresak prevlači prozirnim slojem poliuretana. Postupak rezultira impresivnim 3D efektima na površini te izvrsnom postojanošću površine na ogrebotine. Prednost *clearmelt* postupka jest u tome što se dekoriranje u kalupu (folijom) i prevlačenje poliuretanskim slojem odvija u jednom kalupu bez prekidanja procesa proizvodnje.

Na ubrizgavalici *Engel victory 330/90 tech* prikazana je proizvodnja brtvi od čvrstog silikona u kalupu sa 64 kalupne šupljine. U tom je

primjeru korišten i novi rotacijski transporter za dobavu materijala u jedinicu za plastificiranje.

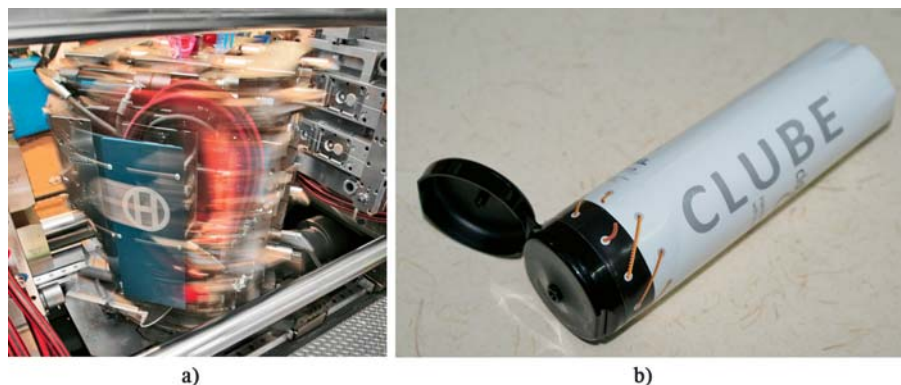
Za područje teletronike tvrtka predstavila novu ubrizgavalicu *Engel e-insert* sa servoelektričnim okretnim stolom i potpuno električnom jedinicom za ubrizgavanje (slika 5). Proces otvaranja i zatvaranja kalupa te vađenje otpreska izvode se s pomoću nove servohidraulike *Engel ecodrive* a proizvodilo se kućište senzora od ojačanog poliamida s metalnim umetcima za upravljačku elektroniku (kalup s četiri kalupne šupljine).



SLIKA 5 – Nova ubrizgavalica Engel e-insert (Foto: Engel)

Prikazane su i dvije inovacije s područja izrade ambalaže. Prva je primjena nove serije potpuno električnih ubrizgavalica za proizvodnju čepova (ciklus kraći od 3 sekunde) *Engel e-cap*. Nova serija ubrizgavalica ističe se vrlo malom potrošnjom energije. Kalup s 96 kalupnih šupljina na ubrizgavalici *Engel e-cap 3940/420 T* proizvodio je PE-HD čepove, u vremenu ciklusa 2,7 sekundi. Za kontrolu kvalitete korišten je sustav *Q-Vision*.

S pomoću ubrizgavalice *Engel e-motion 740H/440M/280 T* prikazana je druga inovacija, izrada tuba zajedno s polipropilenskim čepom u kalupu s četiri kalupne šupljine. Proizvodnja se temelji na rotaciji tzv. kockastoga kalupa (slika 6a) i drugoj, putujućoj jedinici na pomičnoj steznoj ploči kalupa. Tube se proizvode u prvom dijelu ciklusa, a čep se na tubu ubrizgava u drugom dijelu (slika 6b).



SLIKA 6 – Kockasti kalup za izradu tuba: a) rotirajući kockasti kalup, b) inovativni proizvod - tuba s poklopcem (Foto: Engel, M. Katalenić)

Predstavljen je i novi sustav kalupa *Multitube* namijenjen izradi šupljih, kompleksnih dijelova u jednom koraku. To se postiže dvofaznim ili višefaznim procesima koji uključuju prenošenje otpreska s jedne pozicije na drugu te oprešavanje u jednom ciklusu. Temeljna je prednost izostanak potrebe za završnim operacijama poput povezivanja većeg broja komponenata. U usporedbi s plinskim injekcijskim prešanjem, sustav *Multitube* rezultira boljim površinskim svojstvima otpreska i ujednačenijom debljinom stijenke. Prikazani primjer je izrada višekomponentnog otpreska s metalnim navojnim umetcima na ubrizgavalici *ENGEL victory 1050H/500W/220 combi*. Drugi primjer izrade konstrukcijskih otpresaka je uporaba *ENGEL e-victory 200/50* za proizvodnju LED leća od PMMA za osvjetljavanje zgrada. Radna ćelija optimirana je za izradu debelostjenih otpresaka i ima je integriranu kontrolu kvalitete. Rukovanje otprescima nakon završenog ciklusa injekcijskog prešanja ostvareno je novom serijom robota *ENGEL viper*.

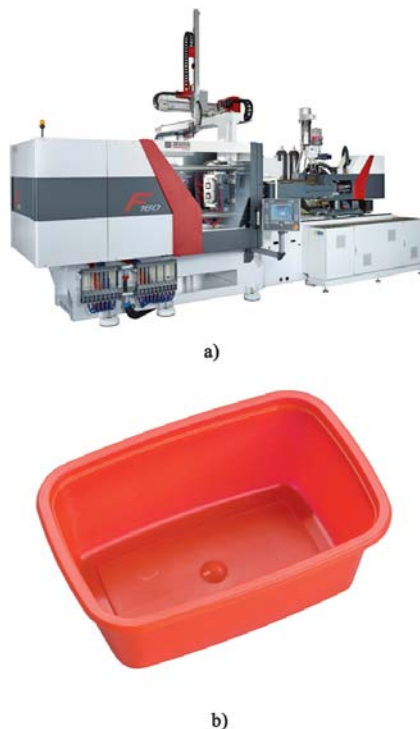
Tvrtka je poznata i na području izrade medicinskih proizvoda, npr. laboratorijskih posuda. Riječ je o polistirenskim petrijevim posudama koje su izrađivane u kalupu s 8 + 8 kalupnih šupljina s ciklusom kraćim od 4,5 s. Uz to je bila prikazana i izrada dvokomponentnog ventila za medicinu u kalupu s 8 + 8 kalupnih šupljina u uvjetima čiste sobe. Šestosni robot tvrtke *Stäubli* služio je za provjeru kvalitete s pomoću kamere te za rukovanje gotovim otprescima.

Ferromatik Milacron

Posebnu je pozornost tvrtka privukla njihova nova *F-Serija* ubrizgavalica koja omogućuje inovaciju *à la carte*. Radi se o ubrizgavalici modularne konstrukcije kojom je moguće udovoljiti svim specifičnim zahtjevima kupaca.

S početkom 2011. godine *F-Serija* ubrizgavalica postupno će zamijeniti postojeće serije ubrizgavalica tvrtke *Ferromatik Milacron*, uključujući potpuno električne ubrizgavalice (*ELEKTRA*), hidraulične ubrizgavalice (*K-TEC*) i hibridne ubrizgavalice (*VITESSE*). Nakon završetka razvoja *F-Serije* na raspolaganju će biti deset modela raspona sile zatvaranja kalupa od 500 do 6 500 kN, a glavna područja primjene tih ubrizgavalica očekuju se u izradi pakovanja i medicini. S pomoću *F-Serije* jednostavno je kombinirati pojedine module, tako da je svaka ubrizgavalica potpuno prilagođena potrebama kupca. Modeli također postoje u električnoj i hidrauličnoj izvedbi. Svaku od ubrizgavalica *F-Serije* karakterizira: ekonomičnost, jednostavnost uporabe, praktičnost, personaliziranost, visoka vrijednost (kvalitetna proizvodnja, tihi rad, visoka razina ponovljivosti), pouzdanost i visoka tehnička razina rješenja. Zahvaljujući fleksibilnoj konstrukciji ubrizgavalica, *retrofit* i nadogradnja vrlo su jednostavni i pouzdani.

Na sajmu *K 2010 Ferromatik Milacron* predstavio je model *F 160* sile zatvaranja kalupa 1 600 kN, promjera pužnog vijka 50 mm (slika 7a). Na ubrizgavalici se u kalupu s dvije kalupne šupljine proizvodila posudica volumena 500 ml od PP-a (slika 7b), s vremenom ciklusa 4,9 s. Ubrižgavalica je također bila opremljena novim robotom *Robot FMR 8-5 High-Speed* sa šest osi.



SLIKA 7 – Izrada tankostjenih posudica: a) ubrizgavalica *F160*, b) otpresak (Foto: *Ferromatik Milacron*)

Druga ubrizgavalica bila je predstavnik serije *VITESSE*. Riječ je o visokoučinkovitim hibridnim ubrizgavalicama, raspoloživima s četiri veličine sile zatvaranja kalupa: 2 000, 3 000, 4 000 i 5 000 kN. Na sajmu *K 2010* prikazana je ubrizgavalica *VITESSE 300* (slika 8a) sile zatvaranja kalupa 3 000 kN. Na toj se ubrizgavalici u etažnom kalupu s 4 + 4 kalupne šupljine izrađivala četvrtasta posuda s vremenom ciklusa injekcijskog ukrašavanja u kalupu od 3,9 s. Posebnost postupka bila je u tome što su se na jednom dijelu kalupa izrađivale posudice s jed-

nom vrstom etikete, a na drugom dijelu kalupa s drugom vrstom etikete (slika 8b).

Treći izložak bio je predstavnik nove serije *ELEKTRON*, koja se temelji na potpuno električnim ubrizgavalicama. Ubrižgavalice serije *ELEKTRON* na raspolaganju su sa silama zatvaranja kalupa u rasponu od 500 do 3 300 kN, s ukupno 23 različite kombinacije. Na sajmu *K 2010* prikazana je ubrizgavalica *ELEKTRON 75* sile zatvaranja kalupa 750 kN, s pomoću koje se proizvodila kutijica za posjetnice od PP-a u vremenu ciklusa 16 sekundi.

KraussMaffei

Ta svjestki poznata tvrtka već je godinama predvodnik u području istraživanja i razvoja sustava koji ujedinjuju nekoliko pojedinačnih postupaka u cjelovit sustav koji rezultira proizvodom visoke dodane vrijednosti. Riječ je u pravilu o višekomponentnim, višefunkcionalnim proizvodima, optimiranih optičkih i taktilnih svojstava te prvovrzdne kvalitete površine. Primjer koji je plijenio pozornost bila je izrada polimernoga kovčega (slika 9). Sam po sebi proizvod nije poseban, osim što je riječ o dvokomponentnom proizvodu. Činjenica, međutim, da se otpresak lakira izravno u kalupu svakako je inovacija, novim postupkom *ColorForm*. Lakiranje polimernih otpresaka u domeni automobilske industrije i industrije pakovanja velik je izazov. Posebice zato što je lakiranje postupak koji je često najzahtjevniji u lancu procesa, a uz to se tijekom njega često proizvodi velika količina škarta (katkad je riječ i o dvoznamenkastim brojevima).

Lakiranje izravno u kalupu (s bojom bez razrjeđivača i otapala) povisuje pouzdanost proizvodnje te ekonomičnost. Sam kovčeg izrađen je od ABS-a te je oprešan elastoplastomerom TPU-om. Postupkom *ColorForm* na površinu kovčega nanosi se visokosajjni zaštitni lak na osnovi poliuretana. Za izradu kovčega upotrijebljena je proizvodna ćelija koju je činila ubrizgavalica *MX 1000-8100/3000* za postupak *Spin-Form 2K*, sile zatvaranja kalupa 10 000 kN te s energijski učinkovitim pogonom *BluePower*. Dio sustava u kojem su dozirane i miješane komponente potrebne za lakiranje ostvaren je



SLIKA 8 – Ukrašavanje u kalupu: a) ubrizgavalica *VITESSE 300*, b) posudice s etiketama (Foto: *Ferromatik Milacron*)

dozatorom *RimStar Nano 4/4*. Proces izrade kovčega podijeljen je u nekoliko faza. U prvoj se u kalup ubrizgava ABS, slijedi rotacija kalupa za 180° oko okomite osi, a u ostatku kalupa preostaju tri kalupne šupljine (dvije za TPU i jedna za lak). Čim se kalup zatvori, u kalup se ubrizgavaju TPU i lak. S pomoću 6-osnog robota polovice kovčega vade se iz kalupne šupljine i prenose do dijela sustava gdje se uklanja filmski uljevni sustav. Nakon toga se polovice prenose do elemenata za sastavljanje kovčega. *ColorForm* je postupak pogodan za nanošenje raznih vrsta završnih slojeva na polimerne otpreske. Za razliku od klasičnih postupaka, ne zahtijeva prethodnu pripremu površina za lakiranje. Faze klasičnih postupaka kao što su priprema površine, nanošenje prajmera, ventilacija, sušenje itd. su uklonjene. Riječ je o postupku za proizvodnju kompleksnih višekomponentnih proizvoda visoke kvalitete površine u zatvorenom kalupu u samo jednom procesu. Postupak nije ograničen samo na injekcijsko prešanje već se primjenjuje i za posredno prešanje, reakcijsku preradu itd.

Na području medicine *KraussMaffei* predstavio je novi postupak *CleanForm*, koji je razvijen za seriju ubrizgavalica *CX* i *EX*. Novi sustav *EX CleanForm*, ispunjava najviše zahtjeve za čistoćom (GMP klasa A). Središnji dio sustava čini je potpuno električna ubrizgavalica *EX 160-750 CleanForm*, s kalupom za izradu cilindara medicinskih šprica u kalupu s 48 kalupnih šupljina u sterilnim uvjetima. Otpresci su se iz kalupa vadili s pomoću 6-osnog robota *KR16*. Troškovi proizvodnje sterilnih dijelova mogu se sniziti i za 25 %, primjerice izravnim pakiranjem proizvoda nakon vađenja iz kalupne šupljine.

U domeni automobilske industrije tvrtka je prikazala primjer proizvodnje laganoga, ali čvrstog dijela čija su svojstva bolja od onih načinjenih od čelika ili aluminija. Postupak ujedinjuje dobre strane injekcijskog prešanja i toplog oblikovanja. Sastoji se od toplog oblikovanja folije, nakon čega se u ubrizgavalici na nju naprešava staklom ojačani poliamid. Smješavanju sloja za

naprešavanje posvećuje se posebna pozornost zbog različitih duljina staklenih vlakana koja moraju biti jednoliko uklopljena u poliamidnu matricu.

Novi postupak, nazvan *CoverForm*, omogućuje izradu proizvoda izvrsnih mehaničkih svojstava, male mase te visoke postojanosti na ogrebotine. U prikazanom primjeru postupka PMMA se ubrizgava u kalup, nakon čega slijedi nanošenje reakcijskoga zaštitnog sloja izravno u kalupu. Izvrsna svojstva završnog sloja omogućuju uporabu u vrlo teškim uvjetima (opasnost od ogrebotina, kemijska izloženost...).

Za izradu dijelova za potrebe elektronike, prikazan je novi sustav koji kombinira injekcijsko prešanje i reakcijsku preradu radi snižavanja cijene elektroničkih komponenata. Životni vijek elektroničkih komponenata relativno je kratak, stoga je jasno nastojanje da se snize troškovi njihove proizvodnje. Na potpuno električnoj ubrizgavalici *AX 50-180* izrađivano je u prvoj fazi kućište elektroničke komponente od polikarbonata. Slijedi umetanje same komponente u kućište s pomoću robota. U sljedećoj se fazi komponenta brtvi poliuretanom uporabom sustava za miješanje i doziranje PUR-a *Rim Star*.

Wittmann Battenfeld

Ključna riječ nastupa tvrtke *Wittmann Battenfeld* bila je *inovacije*. To je opravdala premijernim predstavljanjem mnogih novina. U središtu pozornosti su ubrizgavalice potpuno nove serije *PowerSeries*, a brojne inovacije bile su prikazane na serijama *EcoPower* (potpuno električne ubrizgavalice), *MicroPower* (ubrizgavalice za mikroinjekcijsko prešanje) i *MacroPower* (velike ubrizgavalice).

Proizvodnja uz niske troškove i malu potrošnju energije jedan je od najvažnijih čimbenika za konkurentnost u budućnosti. Novost je bila integracija sustava *KERS* (e. *Kinetic Energy Recovery System*) u električne ubrizgavalice serije *EcoPower* (slika 10). Sustav *KERS* primjenju je našao prije svega u bolidima *Formule 1*.

Sustav se koristi energijom *kočenja* na dinamičkim elementima ubrizgavalice. Energija se može dobiti tijekom usporavanja jedinice za zatvaranje kalupa ili pužnog vijka tijekom procesa injekcijskog prešanja. Tada elektromotori postaju generatorima, a generirani elektricitet se pohranjuje ili prosljeđuje na potrebno mjesto u ubrizgavalici preko DC kruga, umjesto vraćanja u mrežu i nepovratnoga gubitka.



SLIKA 10 – Sustav KERS na električnoj ubrizgavalici Wittmann Battenfeld (Foto: Wittmann Battenfeld)

Dodatna inovacija na ubrizgavalicama *EcoPower* je ugradnja servohidrauličnih pogona na strani izbacivala i jedinice za ubrizgavanje. Prednost takva rješenja je jednostavnije upravljanje kalupima s hidrauličnim izvlačenjem jezgri, niska razina buke, visoka preciznost sustava, dodatno smanjena potrošnja energije...

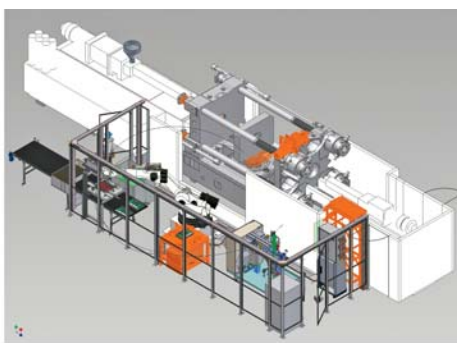
Na ubrizgavalicama serije *MacroPower* valja istaknuti novost u obliku sustava za brzu izmjenu kalupa *Quicklock*. Sustav omogućuje kraću izvedbu priječnica, što olakšava rukovanje kalupom pri izmjenama te ugradnju kalupa većih dimenzija.

I najmanja serija ubrizgavalica, *MicroPower*, je osvježena. Prije svega riječ je o novoj jedinici za ubrizgavanje koja se sastoji od dva osnovna elementa, pužnog vijka i klipa (slika 11), a omogućuje ubrizgavanje volumena od 0,05 do 3 cm³. Nova jedinica omogućuje ubrizgavanje vrlo homogenizirane taljevine. Jedinicu čini pužni vijak promjera 14 mm, s pomoću kojega se materijal plastificira te dozira klipom, koji taljevinu ubrizgava brzinom do maksimalno 750 mm/s. Manji promjer klipa u usporedbi s pužnim vijkom omogućuje preciznije upravljanje brzinom ubrizgavanja. Novi sustav omogućuje uštedu do 90 % u materijalu, do 50 % u vremenima ciklusa i do 60 % u potrošnji energije. Prikazana ubrizgavalica *MicroPower 15/3* omogućuje izradu mikrootpresaka volumena samo 0,0035 cm³ uz ciklus od 3,8 s. Rukovanje mikrootprescima izvedeno je robotom *W8V/S2 Wittmann*.

Prikazane su sve ubrizgavalice iz serije *EcoPower*. Na ubrizgavalici *EcoPower 55/130* prikazan je postupak injekcijskog prešanja praškastih materijala (e. *Powder Injection Moulding*, PIM).

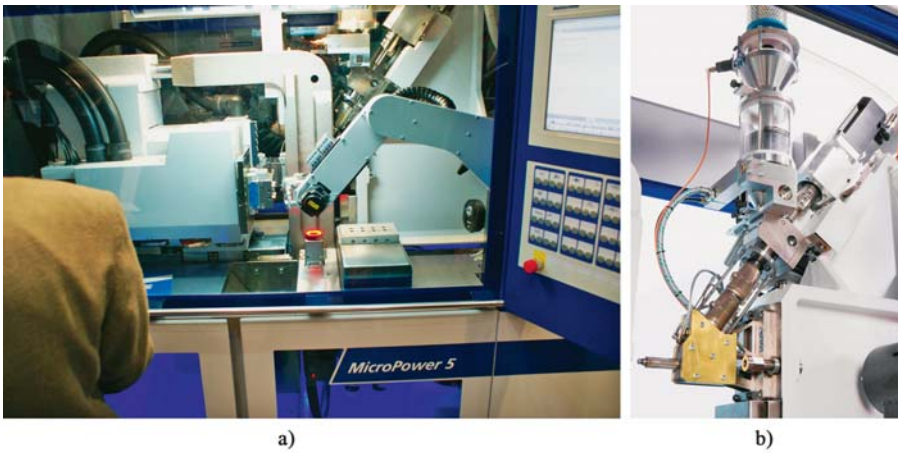


a)



b)

SLIKA 9 – Sustav za izradu višekomponentnog polimernog kovčega načinjenog postupkom *ColorForm* (Foto: Messe Düsseldorf)



SLIKA 11 – Serija ubrizgavalica *MicroPower*: a) ubrizgavalica *MicroPower 5*, b) jedinica za ubrizgavanje (Foto: M. Katalenić, *Wittmann Battenfeld*)

Razvojem *variotherm* upravljanja temperaturnim poljem kalupa zbog posebnih zahtjeva u postupku injekcijskog prešanja polimera razvijen je i postupak *BFMOLD™*. U usporedbi s kalupima s konvencionalnim kanalima za temperiranje, postupak za grijanje i hlađenje kalupa *BFMOLD™* rabi čitavo područje ispod stijenke kalupne šupljine. Debljina stijenke između otpreska i komore za hlađenje može se regulirati.

Za bolju dimenzijsku postojanost otpreska te da bi se izbjegla pojava usahlina i nepoželjnih linija spajanja, prva zona *TEMPRO plus VARIO* postiže visoke temperature na stijenci kalupne šupljine. Time se održava temperatura stijenke kalupne šupljine iznad staklišta tijekom vremenski optimirane faze ubrizgavanja.

Za fazu hlađenja otpreska uređaj *TEMPRO plus VARIO* preklapa rad na drugo područje temperature, pri čemu se upravlja bitno nižim temperaturama. Moguće je lagano postići znatno ujednačenije i prije svega vrlo brzo hlađenje, posebice za ravne otpreske. U usporedbi s postupkom s konvencionalnim upravljanjem temperature, novi postupak *BFMOLD™* može ukloniti teškoće pri izradi otpresaka s iznimno važnim vidljivim površinama ili pri izradi otpresaka visoka sjaja, gdje linije spajanja ili uključine zraka mogu proizvod učiniti neprihvatljivim.

Na ubrizgavalici *EcoPower 110/350* montirana je potrebna oprema za *BFMOLD™* postupak, za proizvodnju visokosjajnog okvira navigacijskog uređaja (slika 12).

Na ubrizgavalici *EcoPower 180/750* proizvedila se medicinska komponenta - dio uređaja za dijalizu u uvjetima čiste sobe. Na najvećoj ubrizgavalici *EcoPower 240/750* izrađivalo se otpresak od ABS-a, a specifičnost primjene je uporaba termokamere za snimanje temperature otpreska iz pet kutova. Manipulacija otprescima obavljala se s pomoću robota *W821 Wittmann*.

Zbog važnosti područja plastične ambalaže i na ovom štandu bilo je izložaka. Tako se na ubrizgavalici *HM MK 300/1330H/525V* izrađivao dvokomponentni čep boce za jestivo ulje. S pomoću sustava *TM Xpress 160* za ukrašavanje u kalupu (IML) izrađivane su posude od PP-a (kalup s dvije kalupne šupljine) za maslac kapaciteta 125 g, debljine stijenke 0,35 mm u trajanju od 2,8 s. Rukovanje posudama i etiketama ostvareno je robotom *Wittmann W827*.



SLIKA 12 – Proizvodnja okvira navigacijskog uređaja visokog sjaja *BFMOLD™* postupkom (Foto: M. Katalenić)

Na sajmu *K 2010 Wittmann Battenfeld* prikazao je i novosti u postupku vodenoga injekcijskog prešanja *AQUAMOLD*, razvijenom u suradnji s *IKV*-om iz Aachena.

Kalupi i elementi kalupa

Iako je danas sajam *EuroMold* važniji za alatničare i tvrtke koje proizvode normalije za kalupe te posebne elemente, na sajmu *K 2010* bili su

prisutni gotovo svi renomirani proizvođači s tog područja. Međutim, stekao se dojam da na sajmu nisu prikazane sve novosti iz njihova programa.

Hasco

Tvrtka ove godine obilježava 50. obljetnicu, a danas je u vrhu svjetske proizvodnje elemenata kalupa, prije svega za injekcijsko prešanje. Njezin nastup bio je obilježen sloganom *Zajedno oblikujemo vaše ideje*.

Novost na području materijala za izradu kalupa je izrada ploča iz serije *P*, serije *K20* i *K252* u kvaliteti *Toolox33*. U sustavu za temperiranje kalupa novost je umetak koji omogućuje izvedbu izbacivala kroz provrt kanala za temperiranje i time povisuje fleksibilnost pri konstruiranju kalupa.

S područja vrućih uljevnih sustava tvrtka je predstavila novu upravljačku jedinicu *Z1240/...*, a posebno je istaknuta nova serija vrućih mlaznica *Multi Shot Z10440/...* za bočne položaje ušća (slika 13). Izvedbe s dva, četiri ili šest ušća omogućuju grupiranje kalupnih šupljina oko samo jedne mlaznice. Nova serija mlaznica posebice je prilagođena preradi poliolefina. Njihova modularna izvedba omogućuje pojedinačnu izmjenu ušća, a sama ušća mogu imati različite duljine kako bi se mlaznica prilagodila zahtjevima u kalupu.



SLIKA 13 – Nova serija vrućih mlaznica *Multi Shot Z10440/...* (Foto: Hasco)

Hasco je predstavio i novu izvedbu ventila za mlaznice vrućih uljevnih sustava oznake *Z107101/...*

Novost u sustavu za vađenje otpresaka je sustav za dvostupanjsko vađenje otpresaka *Z1698/...* Novi sustav omogućuje velike hodove izbacivanja te smještaj samog elementa izvan središta kalupa. Uz njega predstavljen je i novi ventil za izbacivanje otpresaka zrakom *Z4912/...*, čija je ugradnja u kalup olakšana jer se ostvaruje tlačnim spojem u H6 provrtu.

Hasco je predstavio i novu seriju elemenata za vođenje i centriranje namijenjenih kalupima za izradu preciznih otpresaka (*Z09/...*, *Z071/...*, *Z072/...*, *Z085/...*, *Z060/...*, *Z080/...*).

Meusburger

Tvrtka *Meusburger* je također izložila velik broj novih proizvoda iz svog programa (slika 14).



SLIKA 14 – Izložbeni prostor tvrtke *Meusburger* na sajmu K 2010 (Foto: *Meusburger*)

Riječ je o novim proizvodima za sustave izbacivanja kao što su: sustav za dvostupanjsko vađenje otpreska (*E 1865*), klizni elementi za oslobađanje unutrašnjih podreza na otprescima (*E 3250* i *E 3252*), nove tlačne ploče bez utora za podmazivanje (*E 3036*) koje omogućuju montažu pod raznim kutovima, nova serija vodećih vitki s kuglicama koja omogućuje neograničen broj hodova itd.

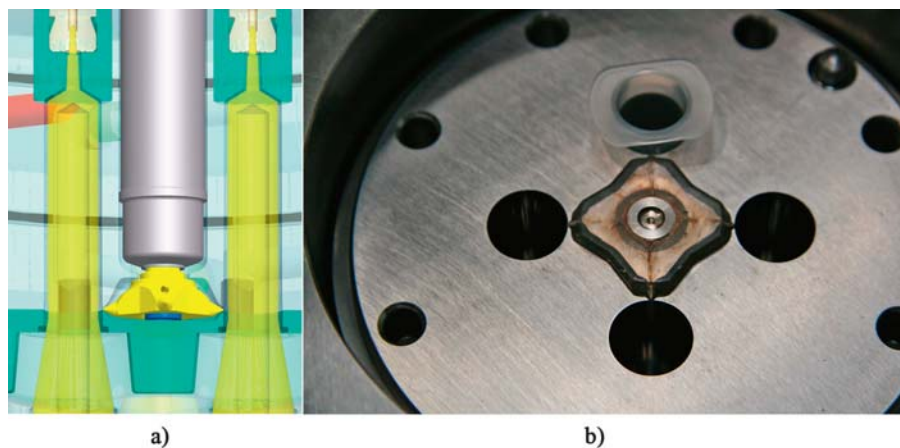
Također su predstavili novi materijal kalupnih ploča *F 50* u svom programu. Riječ je o visokočvrstom aluminiju *AW-7075* (3.4365).

Thermoplay

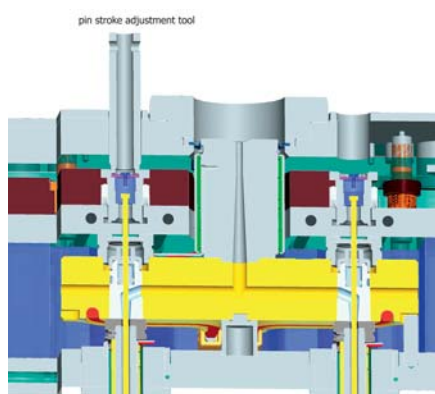
Elementima vrućega uljavnog sustava sve se više posvećuje pozornost pa se na sajmu predstavio veći broj proizvođača (*Ewikon, MoldMasters, Mastip, Husky, PSG, Günther, Schötili*...). No pozornost izvijestitelja privukao je izložbeni prostor tvrtke *Thermoplay*. Tvrtka je izložila čitavu paletu svojih proizvoda.

Posebno je istaknuta mlaznica za bočni položaj ušća. Posebnost takve mlaznice je vrlo nizak položaj ušća. Naime, pri injekcijskom prešanja proizvoda čija je duljina relativno veća u usporedbi s promjerom (primjer cilindar medicinske šprice), teško je ukloniti pomake jezgri pri ubrizgavanju taljevine, što rezultira nejednolikom stijenkom otpreska po obodu. Smještaj položaja ušća što bliže otvorenom dijelu otpreska jamči manje pomake jezgre. Stoga su u *Thermoplayu* razvili novu mlaznicu s bočnim ušćima, gdje je eliminirano klasično tunelno ušće (slika 15), što dodatno pojednostavnjuje obradu potrebnih prodora kroz kalupne umetke.

Uz navedene mlaznice posebice su ponosni na novi patent - novi sustav pokretanja mlaznica s ventilima. Naime, sve se mlaznice otvaraju i zatvaraju s pomoću jedne ploče (mehanički), a razlike u potrebnim duljinama pomaka ventila mogu se zasebno podešavati za svaku kalupnu šupljinu (slika 16).



SLIKA 15 – Nova mlaznica s bočnim ušćem: a) prikaz presjeka kalupa, b) ugradnja mlaznice - sljubnica (Foto: *Thermoplay*)



SLIKA 16 – novi sustav otvaranja i zatvaranja ventila na vrućim mlaznicama (Foto: *Thermoplay*)

Od ostalih proizvoda tvrtke *Thermoplay* moguće je navesti novi uravnoteženi vrući blok za injekcijsko puhanje, novi sustav učvršćivanja mlaznica velikih dimenzija (s kompenzacijom toplinskih deformacija) itd.

Cumsa

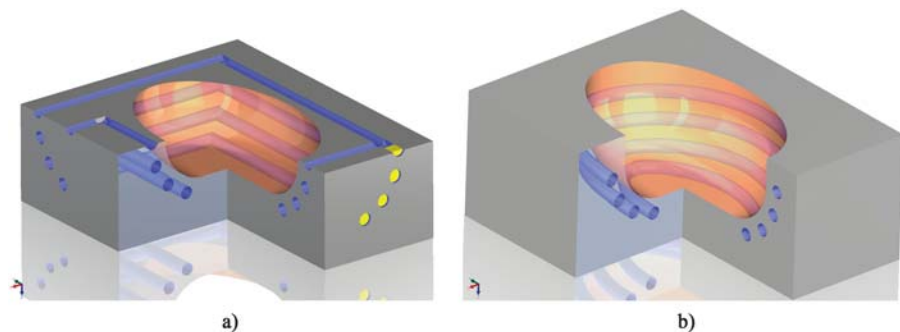
Od tvrtki koje razvijaju i proizvode posebne elemente kalupa (za ispunjavanje posebnih parcijalnih funkcija kalupa), valja istaknuti tvrtku *Cumsa*, koja godinama razvija i proizvodi elemente za vađenje otpresaka iz kalupa. Riječ je prije svega o elementima koji omogućuju vađenje otpresaka s podrezima (unutrašnjim i

vanjskim), ali i elementima za temperiranje kalupa i označavanje otesaka (datumari, oznake recikliranja...).

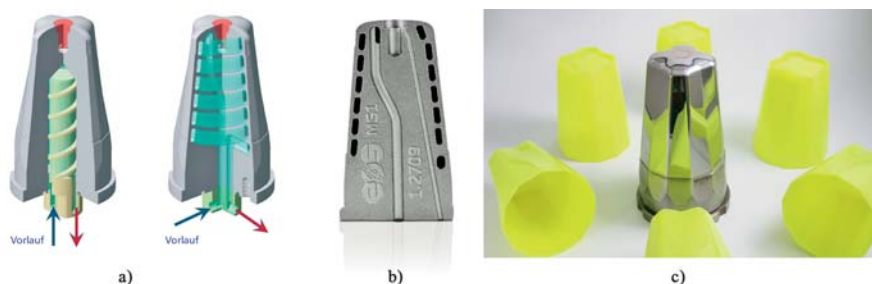
Brza proizvodnja kalupa - optimirano temperiranje (e. conformal cooling)

Postupci brze proizvodnje kalupa dio su novog pristupa razvoju i proizvodnji kalupa poznatoga pod nazivom aditivna slojevita proizvodnja (e. *Additive Layered Manufacturing, ALM*). Kako se većina tvrtki s tog područja priprema za sajam *EuroMold*, tvrtka *EOS* iskoristila je to i izlagala na sajmu bez sudjelovanja konkurencije. Tvrtka je svojim izlošcima prije svega prikazala mogućnosti primjene postupaka brze proizvodnje kalupa (e. *Rapid Tooling, RT*) radi optimalnog temperiranja kalupa. Razlozi takva temperiranja kalupa su višestruki. Osim postizanja kraćih ciklusa injekcijskog prešanja moguće je postići i bolja svojstva otpresaka te ujednačiti temperature u otprescima. Novi postupci omogućuju izradu raznih oblika i konfiguracija kanala za temperiranje, što klasičnim postupcima obrade nije moguće (slika 17).

Tvrtka *EOS*, zajedno s partnerom, *LaserBearbeitungsCenter (LBS)*, vrlo je zorno prikazala dosadašnje primjere uspješne primjene postupka selektivnoga laserskog srašćivanja i materijala koje nudi tvrtka *EOS* za izradu optimalno temperiranih kalupa (slika 18).



SLIKA 17 – Potencijal primjene RT postupaka za temperiranje kalupa: a) klasično, b) optimirani (Foto: *EOS*)



SLIKA 18 – Primjer kalupnog umetka za izradu čaše: a) klasično i optimirano konstruirani kanali za temperiranje žiga, b) presjek žiga s optimiranim kanalima za temperiranje, c) žig i gotovi proizvodi (Foto: EOS)

Polimerni materijali

BASF

Već po tradiciji, ova je tvrtka predstavila mnogo novosti. Zajedno s tvrtkama, francuskom *Faurecijom* i *Performance Materials* iz SAD-a razvila je podlogu automobilske sjedalice (slika 19). Za taj projekt razvijen je poseban tip poliamida - *Ultramid*. Novo rješenje zamjenjuje postojeću metalnu strukturu uvođenjem jednodijelnoga plastičnog komada, koji je 20 % lakši i oko 30 mm tanji od postojećih sjedalica. Podloga se izrađuje dvostupnim injekcijskim prešanjem, a sastoji se od slojeva ojačanih kontinuiranim vlaknima i poliamida.



SLIKA 19 – Lagana kompozitna automobilska sjedalice tvrtki BASF i Faurecije (Foto: M. Rujnić-Sokele)

Među mnogo proizvoda na sajmu je prikazana i mikrovjetroturbina *Piqo* nizozemske tvrtke *Everkinetiq* (slika 20), koju odlikuje izvrsna postojanost na UV zračenje i utjecaj atmosferilija, visoka krutost i visoka dimenzijska stabilnost. Turbina je načinjena od akrilonitril/stiren/akrilatne plastike ojačane staklenim vlaknima (*ASA-GF 15*).



SLIKA 20 – Mikrovjetroturbina *Piqo* (Foto: M. Rujnić-Sokele)

Amorfni plastomeri na osnovi polisulfona (PSU), poli(eter-sulfona) (PESU) i poli(fenilen-sulfona) (PPSU), trgovačkog naziva *Ultrason*, postojani su pri visokim temperaturama pa su prikladni kao zamjena za duromere, metale i keramiku. Osnovna svojstva materijala *Ultrason E* (PESU) uključuju: postojanost pri temperaturama do 180 °C (kratkotrajno do 220 °C), transparentnost, žilavost, pogodnost za primjene u dodiru s hranom (slika 21). Proizvodi načinjeni od PESU-a sve se više upotrebljavaju ondje gdje se pripremaju i podgrijavaju topla jela.

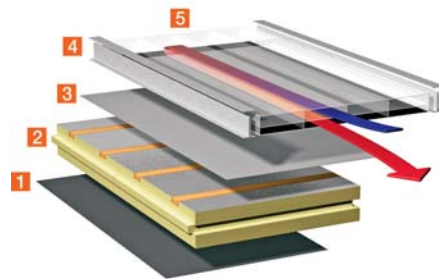


SLIKA 21 – Bočica za hranjenje djece i *Tupperware* posude od PESU-a za primjenu u mikrovalnim pećnicama (Foto: M. Rujnić-Sokele)

Bayer

Tvrtka *Bayer MaterialScience* na sajmu je prikazala više od 80 novih proizvoda na raznim područjima življenja, od zaštite klime i zdravlja do mobilnosti i proizvodnje energije. Fotovoltaici su jedna od primjena, a prikazana su mnoga

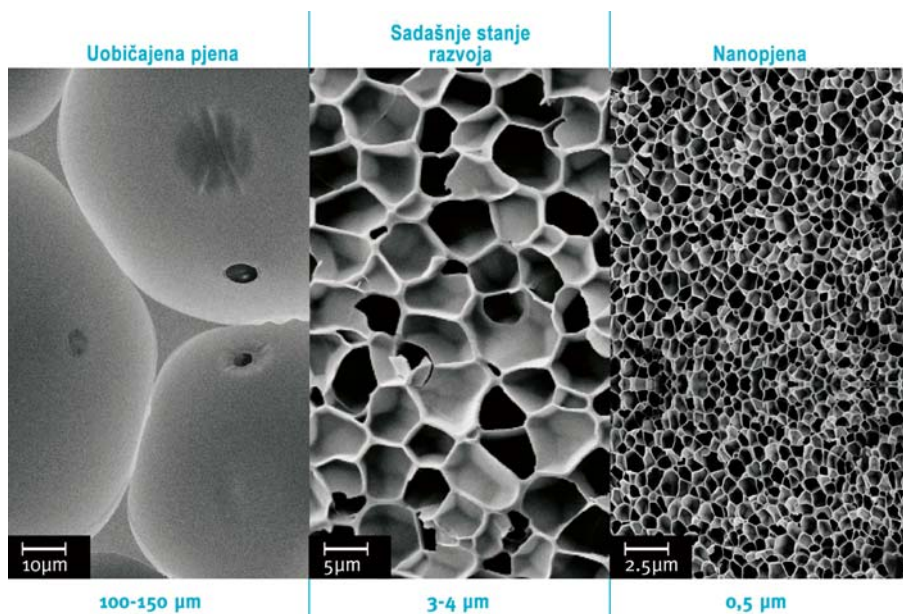
nova rješenja, primjerice poliuretanske ploče za solarne module s integriranim montažnim sustavom, sendvičaste konstrukcije kompozita od polikarbonatnih ploča sa solarnim ćelijama te savitljivi solarni modul visoke učinkovitosti. U sustavu solarnoga kolektora *Bomatherm* (slika 22) energija dobivena solarnim zračenjem kombinira se s učinkovitom krovnom toplinskom izolacijom, što je omogućeno primjenom polikarbonata *Makrolon* i krute poliuretanske pjene *Baymer*. Sustav radi na jednostavnom načelu: hladan zrak prolazi kroz kolektor, a solarna se energija putem apsorbira predaje zraku. Topli zrak može se iskoristiti za grijanje prostorija ili za grijanje vode putem izmjenjivača topline. Također se može dobiti u dizalicu topline ili skladište geotermalne energije, ili iskoristiti u poljoprivrednim i industrijskim sušilicama, npr. za sušenje duhana, slame, voća ili boje.



SLIKA 22 – Krovna izolacija tvrtke *Bayer MaterialScience*: 1 – vodonepropusna barijera, 2 – izolacija od poliuretana (PUR) i poliizocijanurata (PIR) s integriranim drvenim trakovima, 3 – donji sloj, 4 – sustav za pričvršćivanje, 5 – zračni kolektor *Bomatherm* (Foto: *Bayer MaterialScience*)

Na sajmu se ove godine najviše spominjala ušteda energije i smanjenje emisije stakleničkih plinova. Udaljenosti koje prehrambeni proizvodi prevaljuju prije dolaska do potrošača sve se više povećavaju, posebno u rastućim megagrafovima Azije i Latinske Amerike. Hladni lanac postaje sve važniji. Energijska učinkovitost rashladnih uređaja izravno ovisi o izolacijskome materijalu, krutoj poliuretanskoj pjenu. Kada bi se svi stari uređaji s energijskom učinkovitošću nižom od razreda *A* zamijenili onima najviše učinkovitosti, samo u Europskoj uniji emisije ugljikova dioksida bile bi smanjene za 22 milijuna tona godišnje, što je ekvivalentno uštedi energije od 6 % (kako je uvjetovano Kyotskim protokolom).

Još jedno područje razvoja tvrtke na tom području su poliuretanske nanopjene (slika 23), koje bi mogle poboljšati učinkovitost toplinske izolacije. Pjene s veličinama ćelija manjima od 150 nm znatno bi smanjile potrošnju energije uređaja te time još više pridonijele smanjenju emisija ugljikova dioksida. Uz to bi se nanopjene mogle primijeniti za izradu tanjih stijenki rashladnih uređaja, čime bi se dobilo više prostora za skladištenje robe.



SLIKA 23 – Usporedba veličina ćelija uobičajene PUR pjene i nanopjene (Foto: Bayer MaterialScience)

Borealis

Tri tvrtke – *Borealis*, *Borouge* i *Nova Chemicals* na sajmu su se ujedinile pod sloganom *Stvaranje novih horizonata – mogućnost, obveza, briga* (e. *Creating new horizons – Capability, Commitment, Care*). Sve tri tvrtke veliki su igrači u plastičarskoj industriji, a predstavljaju skupinu proizvođača poliolefina s financijski stabilnim vlasnicima: *International Onvestment Co. (IPIC)* i *Abu Dhabi National Oil Co. (ADNOC)*.

Tvrtke *Borealis* i *Borouge* rade u kooperaciji s nedavno osnovanom tvrtkom *Teamobility AG*, čiji je cilj pružanje odgovora na rastuće potrebe tržišta za isplativim laganim cestovnim vozilima. Novo vozilo bit će temeljeno na jedinstvenoj platformi koja će se primijeniti kao osnova za različite modele. Jedna od osnovnih karakteristika bit će lagana karoserija koja se može načiniti prema potrebama klijenata uz ispunjenje zahtjeva za oporabljivošću.

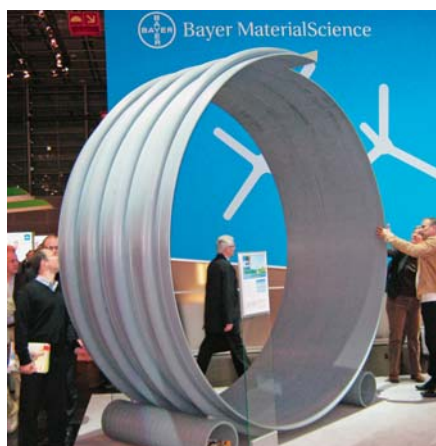
Prototipna vozila planiraju se krajem 2011., a bit će namijenjena dostavnim službama i zračnim lukama jer će automobili moći prelaziti do 150 km s jednim punjenjem akumulatora. Karoserija *Daimlerova* gradskog automobila *Smart Fortwo* načinjena je od injekcijski prešanoga elastomerom modificiranog polipropilena tvrtke *Borealis*, a i u mnogim drugim vozilima primjenjuju se konstrukcijski polipropilenski materijali, npr. za odbojнике.

Tvrtka *Borealis* također je predstavila probni projekt koji unapređuje primjenu reciklata poliolefina. Prikazana su kolica i košarica za kupnju (slika 24) načinjeni od mješavine polipropilena namijenjenoga recikliranju i recikliranog polipropilena (33 %). Osim toga predstavljena je i cijev promjera 3 400 mm (slika 25) za pri-

tjecanje i otjecanje morske vode za industrijske projekte, načinjena od polipropilena visokog modula elastičnosti (PP-HM), koja se odlikuje svojstvima visoke žilavosti, postojanosti na koroziju, trajnosti te visoke krutosti pri maloj težini po duljini cijevi.



SLIKA 24 – Kolica i košarica za kupnju načinjeni od recikliranog polipropilena tvrtke *Borealis* (Foto: M. Rujnić-Sokele)



SLIKA 25 – Cijev promjera 3 400 mm od polipropilena visokog modula elastičnosti tvrtke *Borealis* (Foto: M. Rujnić-Sokele)

Lanxess

Inovacije ove tvrtke uključile su poliamide (*Du-rethan*) i poli(butilen-tereftalate) (*Pocan*) namijenjene zamjeni metala i duromera u raznim industrijskim primjenama (automobili, elektronika itd.). Na sajmu su bili izloženi brojni proizvodi koji sadržavaju veoma kruti PA6 sa 60 % staklenih vlakana, što ga, primjerice, čini pogodnim za izradu usisne grane automobila ili prekidača. Za primjenu u elektroničkoj industriji pogodan je vatrootporni PA66 koji ne sadržava halogenide ni crveni fosfor, pa je pogodan za proizvodnju izolacijskih materijala.

Na području kaučukovih smjesa predstavljen je *Therban* (niskoviskozni hidrogenirani nitrilni kaučuk) poboljšane tečljivosti u usporedbi s prijašnjim tipovima, a odlično se prerađuje injekcijskim prešanjem kapljevina. Postojan je na prirodni plin i zadržava savitljivost u hladnim uvjetima, čak i pri -40°C , pa se upotrebljava kao materijal za izradu brtvi koje se upotrebljavaju pri punjenju goriva pod tlakom vozila na prirodni plin.

Prikazan je i prionjivi film načinjen od etilen/vinil-acetatnog kaučuka (EVM) *Levamelt*, koji se može proizvoditi ekstrudiranjem crijevnog filma. Na slici 26 prikazan je troslojni film, a posebno je tražen u primjenama gdje se njegova vezivna svojstva mogu prilagoditi podlogama različitih polarnosti.



SLIKA 26 – Prionjivi film tvrtke *Lanxess* (Foto: M. Rujnić-Sokele)

Novamont

Prvi industrijski prionjivi film na biosnovi (načinjen od kukuruznog škroba s dodatcima prirodnoga ili sintetskog podrijetla koji povišuju postojanost na utjecaj vode i neka druga svojstva), koji je biorazgradljiv i kompostabilan, predstavila je tvrtka *Novamont*. Riječ je o *Mater-Bi*[®] materijalima druge generacije namijenjenima izradi filmova, koje odlikuje povećan sadržaj biosnove i smanjena proizvodnja stakleničkih plinova. Materijal je moguće dobiti u raznim oblicima i tipovima, a može se prerađivati na uobičajenoj opremi za prerađivanje polimera. Prionjivi film vrlo se lako para bez potrebe za nazubljenim rubom, odlične je

postojanosti na vodu, vrlo dobre probojne otpornosti i istezljivosti.

Svi tipovi materijala *Mater-Bi*[®] biorazgradljivi su u različitim okolišnim uvjetima: kompostiranjem, u tlu, pitkoj ili slanoj vodi, mogu se bojiti primjenom biorazgradljivih koncentrata boje, mogu se tiskati bez potrebe za korona-predobradom, posjeduju intrinzična antistatička svojstva i mogu se sterilizirati gama-zračenjem.

Posebno zanimljivo je biorazgradljivo i kompostabilno posuđe za posluživanje hrane kolekcije *Cloe* (slika 27), načinjeno u suradnji s tvrtkom *Eco-Imm*, a namijenjeno opskrbi pripremljenom hranom (e. catering). Tanjuri i spremnici iz kolekcije sljedećih su karakteristika: manje su mase (u usporedbi s uobičajenim keramičkim tanjurom koji je mase 400 g, tanjur *Cloe* mase je 50 g), izvrsne su žilavosti (što uvelike olakšava pospremanje nakon jela), može se ponovno upotrijebiti nakon pranja u perilici suđa (do tri puta ako je temperatura pranja bila niža od 60 °C), a na kraju životnog vijeka odlaze se zajedno s organskim otpadom.



SLIKA 27 – Biorazgradljivi i kompostabilni tanjuri načinjeni od materijala *Mater-Bi* (Foto: *Novamont*)

PolyOne

Tvrtka *PolyOne* proizvodi polimere na biosnovi koji nisu razgradljivi. Biopolimerne smjese *reSound* sadržavaju od 30 do 50 mas. % polimera na biosnovi, a omogućuju proizvođačima trajnih potrošačkih proizvoda da smanje utjecaj svojih proizvoda na okoliš, pri čemu su uporabna svojstva jednaka svojstvima konvencionalnih konstrukcijskih polimera ili bolja od njih. Tvrtka je razvila i liniju dodataka na biosnovi za biorazgradljive polimere koji poboljšavaju njihovu preradljivost i uporabna svojstva. Najnoviji materijal tvrtke je bioelastoplastomer, koji sadržava do 70 % materijala na biosnovi koji smanjuje gustoću bio-TPE, a radi se i na biopoliamidu.

Solar Impulse

Na sajmu održanom 2007, tvrtka *Solvay* predstavila je model letjelice *Solar Impulse* (slika 28). Od prosinca 2009. do listopada 2010. letjelica pogonjena isključivo solarnom ener-

gijom uspješno je izvela 13 probnih letova, među ostalim i prvi noćni let. Tvrtka *Solvay* na projektu sudjeluje s 11 proizvođača u 25 različitim primjenama te s više od 6 000 dijelova. Primjerice, poli(viniliden-fluorid) *Solef* upotrebljava se kao vezivo u litij-ionskim baterijama radi poboljšanja prionjivosti litijske smjese i čađe ili grafitu uz elektrode. Etilen/klortrifluoretlen *Halar* primjenjuje se u obliku filma radi zamjene stakla prednje ploče jer je lagan, žilav, transparentan i ima izvrsna svojstva električne izolacije. Letjelica je sljedećih izmjera: raspon krila iznosi 43,4 m, duljina je 21,85 m, a visina 6,4 m. Masa letjelice iznosi 1 600 kg, leti prosječnom brzinom 70 km/h na maksimalnoj visini od 8 500 m. Broj solarnih ćelija iznosi 11 628, a motor je snage 4 · 7,5 kW.



SLIKA 28 – Model letjelice *Solar Impulse* (Foto: M. Katalenić)

Osim tvrtke *Solvay* službeni partner projekta je i tvrtka *Bayer MaterialScience*, koja u letjelici sudjeluje sa svojom laganom krutom poliuretanskom pjenu od koje je načinjena obloga kokpita, pokrov motora i krila (više u rubrici *Sveučilište*).

Sabic

Kao i većina drugih tvrtki, i *Sabic* je predstavila je svoja rješenja koja su usmjerena očuvanju energije i vode, smanjenju emisija stakleničkih plinova i učinkovitosti materijala. Tvrtka je 2009. povećala kapacitet za više od milijun tona u svojim tvornicama u Saudijskoj Arabiji, proširila proizvodnju bimodalnog polietilena visoke gustoće u Njemačkoj te otvorila novi pogon za proizvodnju polietilena niske gustoće u Velikoj Britaniji, kapaciteta 400 000 t/god.

Predstavljene su smjese plastomernog poliimida (TPI) i poli(eter-imida) vrlo visoke žilavosti za primjenu u električnoj industriji s mogućnošću rada do 240 °C te kopolimeri polipropilena koji su posebno pogodni za izradu tankostijene ambalaže za pakiranje prehrambenih proizvoda. Poli(eter-imidne) kompozitne ploče izvrsna su alternativa duromernim aramidnim kompozitima za izradu kompozitnih ploča u zrakoplovima (slika 29). Primjena plastomera umjesto tradicionalnih duromera za izradu unutrašnjih ploča zrakoplova pruža veće

prednosti, kao što je mogućnost recikliranja, iako je najvažnije sniženje troškova. Budući da su aramidni sačasti kompoziti vrlo osjetljivi na utjecaj vode i ultraljubičasto zračenje, porozni rubovi moraju se ručno precizno ispuniti i zaobrtiti, što traje i do 10 sati. U usporedbi s tim, kompozitne PEI ploče mogu se toplo oblikovati velikom brzinom, a dodatna obrada nije potrebna zahvaljujući odličnoj postojanosti na UV zračenje i vrlo niskoj vodoupojnosti poli(eterimida). Tvrtka je predstavila i višeslojni film načinjen od kombinacije PE-LD-a i PE-LLD-a, te *Noryl GTX**, modificiranu mješavinu poli(fenilen-oksida) i poliamida koja kombinira svojstva izvrsne toplinske postojanosti, krutosti i dimenzijske stabilnosti amorfne poli(fenilen-oksida) te odlične tečljivosti kristalnog poliamida, što dizajnerima automobila daje veću slobodu oblikovanja.



SLIKA 29 – Plastomerni kompozit u zrakoplovima (Foto: *Sabic*)

Umjesto zaključka

Na žalost, ove godine tvrtke iz Hrvatske nisu imale svoj izložbeni prostor kao što je to bilo 2007. godine, kada je u organizaciji *HGK* zajednički nastupilo nekoliko istaknutih tvrtki s područja polimerstva. To može mnogo govoriti i o izlasku ove industrijske grane iz krize Hrvatskoj. Tvrtke iz cijelog svijeta izlažu na sajmu K 2010 očekujući da će sklopiti nove poslove. Posebice u doba krize, biti prisutan na takvom sajmu vrlo je važno. Stoga nije jasno čekaju li naše tvrtke da im netko pokuca na vrata i ponudi posao. Ili nemaju ostatku svijeta što ponuditi (čast iznimkama)?

Sljedeći sajam K u Düsseldorfu održat će se od 16. do 23. listopada 2013.