

zbog smanjenja cijena i prodora na tržišta vlakana i filmova. Ti se polimeri mogu dobro smješavati s PLA polimerima, škrobom i ostalim razgradljivim materijalima. Najviše će se prerađivati u vreće i vrećice, poljoprivredne filmove, ambalažu za paletna pakiranja, vlakna za tkanine za odjeću i za prevlake na namještaju te za netkane proizvode.

Malo manje stope rasta očekuju se za razgradljivi čips za ispunjavanje praznog prostora u paketima u odnosu na proizvode s umetnutim zrakom i napuhive proizvode za istu namjenu.

www.plastemart.com

Dobar završni račun za 2006. proizvođača plastike u Njemačkoj

Proizvođači umjetnih organskih materijala oprezno, ali s optimizmom gledaju u budućnost, govori dr. Günter Hilken, predsjedatelj u udruzi proizvođača *PlasticsEurope*, Frankfurt/M, na konferenciji za novinare u Hannoveru. Početak 2007. bio je dobar, krivulja ostvarenoga prometa kreće se i dalje naviše. Za 2007. očekuje se rast proizvodnje i prometa na razini njemačkoga bruto domaćeg proizvoda ili malo viši.

Njemački proizvođači plastike ostvarili su u 2006. godini rast prodaje od 6,1 % ili vrijednosno 22,2 milijarde eura. Istodobno se proizvedena količina s 2,7 % rasta popela na sadašnjih 18,5 milijuna tona. Nikad prije nije se u Njemačkoj proizvelo više sintetskih materijala. Pozitivno se razvijaju sve važne plastičarske gospodarske grane – tržište ambalaže, automobilska industrija kao i elektroindustrija i elektronička industrija. Važno je naglasiti da i graditeljstvo, struka koja je već više godina zadavala brige, napokon opet bilježi pozitivan rezultat.

Vanjskotrgovinsko poslovanje s plastikom također se dobro razvijalo u 2006. Izvoz je s 3,5 % porastao na 12,6 milijuna tona, vrijednosno uz 8,3 % na 18,7 milijardi eura. U istom razdoblju uvoz je s 14,3 % povećan na 8,1 milijun tona, vrijednosno s rastom od 21,9 % na 11,4 milijarde eura.

S pogledom na aktualnu raspravu o štednji energije i očuvanju klime, istaknute su prednosti plastike. *Možemo neprekidno smanjivati potrošnju energije. Plastika pruža za to različite mogućnosti.* Osim toga, pozitivan razvoj glede štednje energije, toplinske izolacije s polimerima i u zaštiti klime mogao bi se pokazati veoma korisnim za područje graditeljstva i radna mjesta u Njemačkoj.

www.plastverarbeiter.de

Veliki porast uporabe plastike

DSD sustav (*Duales System Deutschland GmbH*) u 2006. godini je s 1,7 milijuna tona CO₂ ekvivalenata u znatnoj mjeri pridonio

očuvanju klime. Recikliranjem ambalaže u atmosferu je poslano 30 % manje štetnih tvari, čime je potvrđena teza kako se pomnim razvrstavanjem otpada u kućanstvima može znatno pridonijeti ne samo očuvanju sirovina nego i klime.

Doprinos DSD-a može se usporediti s drugim mogućnostima uštede: mogući povoljan učinak ograničenja brzine na 120 km/h Njemačka federalna agencija za okoliš procijenila je na 2,2 milijuna tona na godinu. Moguć je i drugi primjer: količina stakleničkih plinova čija je emisija spriječena DSD sustavom sakupljanja u 2006., odgovara onoj koja se emitira odlaznim i povratnim letovima 3,6 milijuna putnika između Kölna i Tenerifa.

Veliko poboljšanje u sprječavanju emisije CO₂ ne pripisuje se samo razvoju postupaka uporabe. U 2006. je uspješno reciklirano oko 600 000 tona plastične ambalaže, što odgovara stupnju recikliranja od 103 %. Za usporedbu, 2005. je reciklirano samo 472 000 tona ili 75 %. Većina plastičnog otpada reciklirana je u regranulat, odnosno u nove plastične proizvode. Godine razvoja novih načina razvrstavanja i odvajanja pokazale su se posebno dobrima za plastiku, a DSD ih je u suradnji s partnerima koji se bave uporabom i zbrinjavanjem uspješno primijenio.

www.gruener-punkt.de

Plastika u medicinskoj industriji

Njemački proizvođači medicinske opreme dostigli su prodaju od gotovo 15 milijardi eura u 2005., što je povećanje od 9 % u usporedbi s 2004. To je vrlo atraktivno tržište koje obećava nastavak rasta u nadolazećem razdoblju. Prema *Eucomedu*, europskoj organizaciji industrije medicinskih proizvoda sa sjedištem u Bruxellesu, ukupna vrijednost svjetskoga tržišta medicinskih proizvoda je 184 milijarde eura, pri čemu na SAD otpada 80 milijardi, na Japan 20 milijardi, a na Europu 55 milijardi eura. Europske zemlje troše prosječno 8,4 % svojega bruto domaćeg proizvoda na zdravstvenu zaštitu na godinu. U Njemačkoj, najvećem pojedinačnom tržištu u Europi, čak 11 % BDP-a odlazi na medicinsku zaštitu.

Udio plastike u medicinskoj opremi je malo niži od 50 %. U svijetu je prošle godine za izradbu medicinskih proizvoda potrošeno više od 1,8 milijuna tona plastičnih materijala, od čega u Njemačkoj oko 120 000 tona. Najčešće rabljeni materijali za izradbu medicinskih proizvoda pripadaju skupini širokoprimjenjivih plastomera - polietilen, polipropilen, polistiren i poli(vinil-klorid), na koje otpada više od 80 % ukupne potrošnje. Preostalih 20 % zauzimaju polikarbonat, poliuret, poliester i kopolimeri.

Prognoza za plastiku u medicinskoj industriji vrlo je dobra, a izgledi daljnjeg širenja u idućim godinama pobuđuju zanimanje raznih plastičarskih poduzeća diljem svijeta.

www.k-online.de

Polimerni materijali i dodatci

Priredili: Damir Godec, Ana PILIPOVIĆ i Maja RUJNIĆ-SOKELE

Povećanje barijernosti PET-a

Mnogi su trendovi doveli do povećanog zanimanja tržišta za postupke poboljšanja barijernosti PET-a.

Sve su popularnije boce malog obujma (npr. < 500 ml). Propusnost na plin proporcionalna je specifičnoj površini boce, a specifična površina boce prema jediničnom obujmu sadržaja povećava se smanjenjem veličine boce.

Prilikom ulaska određenog proizvoda na tržište rabe se jednoslojne barijerne boce, koje se prilikom povećanja potražnje za proizvodom na tržištu zamjenjuju višeslojnim spremnicima ili spremnicima s prevlakama.

Povećavaju se zahtjevi potrošača za zdravijim napitcima (svježi sokovi, čajevi, mlijeko i mliječni proizvodi), koji su često osjetljivi na kisik.

Povećava se potražnja za pivom u PET-u.

Stakleni spremnici za umake i začine, koji su često osjetljivi na kisik, sve se više zamjenjuju plastičnima.

Primjenom barijernih postupaka boce su sve lakše, što inače ne bi bilo moguće postići. Za mnoge današnje primjene granica mase boce određena je minimalnom debljinom stijenke koja se zahtijeva za ispunjavanje zahtjeva za nepropusnošću. No u slučaju barijerne boce najniža granica mase određena je mehaničkim svojstvima boce. Već samo smanjenje mase boce može pokriti troškove vezane uz dodavanje barijernog sloja na boce.

Postupci povećanja barijernosti boca mogu se razvrstati u tri kategorije:

- prevlake (unutarnje ili vanjske)
- jednoslojni pripremak uz barijerne dodatke
- višeslojni pripremak (koinjekcijsko prešanje).

Barijerne prevlake mogu biti vanjske i unutarnje. Vanjske su prevlake u prednosti pred unutarnjima jer za njihovu primjenu ne trebaju dopusnice za uporabu u dodiru s hranom, no mogu se oštetiti tijekom transporta. Za dodir s hranom primjena unutarnjih prevlaka zahtijeva dopusnice, no tijekom transporta boce su zaštićene od oštećivanja.

Većina barijernih sustava temelji se na unutarnjem oslojavanju, npr. *Actic* tvrtke *Sidel*, *Plasmax* tvrtke *SIG* ili *Plasmastar* tvrtke *Nano Coating*. Sva tri sustava rade s tzv. plazma-prevlakama i vrlo su fleksibilni s obzirom na razinu nepropusnosti koja ovisi o duljini vremena kojemu je boca izložena polju plazme kao i o sastavu same plazme koji je moguće prilagođavati. Prema tvrtki *Nano Coating*, današnji troškovi oslojavanja su oko 6 USD za 1 000 boca. Slika 4 prikazuje primjere proizvoda u oslojenim barijernim bocama.



SLIKA 4. Oslojene barijerne boce

Pristup primjene barijernih dodataka u jednoslojnim bocama na tržište su dovele tvrtke *M&G* i *Invista*. Niski troškovi uvođenja tog rješenja znače da ustvari bilo koji proizvođač priprema može postati dobavljač takvih priprema preko noći, no to postaje nedostatak pri većim količinama priprema jer ne dolazi do dobitka ekonomijom razmjera, kao što je slučaj s drugim sustavima. Količina barijernog dodatka za određenu razinu nepropusnosti veća je za jednoslojne pripreme gdje je raspršena kroz stijenku spremnika nego kod višeslojnih boca ili prevlaka gdje je barijerni materijal koncentriran u vrlo tankom sloju.

Višeslojni spremnici i prevlake, iako pri izradbi malih količina često skuplji od jednoslojnih priprema s barijernim dodatcima, postaju ekonomičniji s porastom količina boca, zbog amortizacije troškova opreme i infrastrukture preko velikog broja priprema i mogućnosti korištenja manjih količina barijernog materijala. Slika 5 prikazuje primjere proizvoda u jednoslojnim bocama s barijernim dodatcima.



SLIKA 5. Jednoslojne boce s aktivnim barijernim dodatkom (upijalom kisika)

Višeslojni pripremi najdulje su na tržištu, a riječ je o ubrizgavanju sloja visoke nepropusnosti između dva sloja PET-a tijekom izradbe priprema. Barijerni je sloj problematičan za recikliranje pa se sve više radi na razvoju materijala pogodnih za recikliranje kao i na boljim postupcima odvajanja. Proizvođači višeslojnih priprema su tvrtke *Graham Packaging*, *Kortec* i *Otto Hofsteter*. Gospodarstvenost izradbe višeslojnih priprema u velikoj se mjeri povećala otkada su tvrtke *Graham* i *Kortec* u suradnji s tvrtkom *Husky* razvile sustav izradbe priprema pri istim vremenima ciklusa i s istim brojem kalupnih šupljina kao i za izradbu jednoslojnih priprema. Slika 6 prikazuje primjere višeslojnih boca.



SLIKA 6. Višeslojne barijerne boce

PET planet insider, 7/2007.

Žuti pigmenti za zelenije sportske terene

Prirodna trava na stadionu zahtijeva posebnu njegu, uključujući zalijevanje, gnojenje i košenje. Alternativa koja zahtijeva manje održavanje je umjetna trava (slika 7) sa svojstvima identičnima prirodnoj. Visoka kvaliteta današnjih umjetnih tratina potječe od korištenja sirovina, polimera i pigmenta za postizanje određene boje. Toplinski postojan žuti pigment tvrtke *LANXESS* pokazao se posebno pogodnim budući da tratini ne samo da daje boju nego i pridonosi produljenju trajnosti i poboljšanju postojanosti na starenje.



SLIKA 7. Stadion s umjetnom travom u Salzburgu, Austrija

Ovisno o kvaliteti, pigmenti na osnovi željeznog oksida ostaju postojani pri temperaturama do 300 °C i mogu se miješati s ve-

ćinom polimera. Žuti pigment je vrlo dispergivan i zadovoljava zahtjeve *Američke agencije za hranu i lijekove* (FDA). Primjenom samo 4 % pigmenta, žuta boja ne samo da osigurava boju terena nego i postojanost na UV zračenje.

FIFA, svjetska nogometna organizacija, dopušta i podupire uporabu umjetne trave na stadionima gdje se prirodna trava teško sadi i održava (npr. *Svjetsko prvenstvo u nogometu 2006.* godine održano je na umjetnoj travi). FIFA je razvila i idejni nacrt za normizaciju kvalitete umjetnih tratina i povećanje sigurnosti igrača te je u proteklih nekoliko godina odobrila uporabu umjetne trave na više od 80 stadiona diljem svijeta.

Razvojem umjetnih tratina bitno se smanjio i broj ozljeda igrača. Umjetne su tratine izdržljivije i na njima se može češće igrati, a uz to zahtijevaju manje održavanje od prirodne trave.

Ovisno o strukturi vlakana, debljini, tereni- ma gdje se nalaze i, naravno, sportu (nogomet, golf, hokej na travi, tenis itd.), razvijene su tratine raznih kvaliteta. U nekim sportovima, kao što je npr. hokej na travi, bolje je koristiti umjetne tratine nego konvencionalne travnate površine. Zbog toga je umjetna tratina zamijenila prirodnu travu na mnogim međunarodnim natjecanjima.

mediarelations.lanxess.com

Novi Styrolux® za proizvodnju mjehuraste ambalaže

Najnoviji proizvod tvrtke *BASF*, *Styrolux*® 3G46, namijenjen je proizvodnji mjehuraste (blister) ambalaže (slika 8). Riječ je o materijalu iz serije prozirnih stiren/butadien kopolimera (SBC). Materijal je odlična alternativa PVC i PET materijalima namijenjenima izradbi ambalažnih filmova, ponajprije zbog izvrsne prozirnosti, žilavosti i niske gustoće. U usporedbi s PVC-om i PET-om, *Styrolux*® 3G46 ne sadržava kloride, halogene ili plastifikatore. Uz to, niska gustoća materijala rezultira 30 % manjom masom, 30 % višim rastezanjem te potrebom za 30 % manje materijala.



SLIKA 8. Mjehurasta ambalaža načinjena od BASF Styrolux® 3G46

Styrolux® 3G46 ne zahtijeva predušenje, što omogućuje jednostavno i brzo puštanje u pogon opreme za preradbu (linije za ekstrudiranje, kalupljenje i opreme za toplo oblikovanje). Materijal je također moguće oporabiti vraćanjem određenog udjela otpadnog materijala u preradbeni proces.

www.basf.com

PET ne mora uvijek biti jedini izbor

Za izradbu puhanih spremnika umjesto PET-a može se rabiti polipropilen. Međutim, donedavno PP nije uspio ostvariti velik industrijski proboj zbog malo teže preradbe u usporedbi s PET-om. Kao dio istraživačkog projekta, na Institutu za preradbu plastike (IKV) na RWTH sveučilištu u Aachenu ispitivana su razvlačna svojstva polipropilena.

Zamjena stakla i metala razvlačno puhanim spremnicima činjenica je koja se događa svakodnevno, što je posljedica odličnih svojstava PET-a i lakoće njegove preradbe. Međutim, za određene primjene i PP je pogodna alternativa za izradbu razvlačno puhanih spremnika.

Tablica 1 prikazuje usporedbu svojstava PET-a i PP-a ovisno o njihovoj ambalažnoj primjeni. Zbog niže mehaničke čvrstoće, spremnici od PP-a debljih su stijenki od PET spremnika, no dodatni materijal kompenzira se nižom masom polipropilena. Često spominjana prednost niže cijene PP-a više nije važna jer su cijene obaju materijala posljednjih godina znatno porasle.

Materijali koji se danas primjenjuju u prehrambenoj industriji moraju zadovoljiti zahtjeve na nepropusnost stijenke spremnika s obzirom na gubitak CO₂, arome i vodene pare uz istodobni minimalni permeacijski unos kisika. Barijerno ponašanje spremnika ovisi o materijalu od kojega je spremnik načinjen, a iako je barijerno ponašanje PP-a u odnosu na vodenu paru bolje od PET-a,

brzina permeacije kisika i ugljikova dioksida je 30 puta viša. Loša barijernost znači da bez dodatnog barijernog sloja polipropilen nije pogodan za pakiranje gaziranih napitaka i napitaka osjetljivih na kisik.

Prilikom vrućeg punjenja mikrobiološki osjetljivih napitaka kao što su voćni sokovi, mliječni proizvodi ili čaj, bolja toplinska postojanost PP-a daje mu prednost pred PET-om. Pri temperaturama višima od 50 °C, visoko orijentirana amorfna polimerna matrica standardne PET boce počinje se relaksirati i dolazi do neželjene deformacije. Postoje posebni postupci (tzv. postupci toplinskog stabiliziranja) koji povisuju toplinsku postojanost boca, uz tehničku preinaku puhalice. Za razliku od uobičajenog postupka puhanja, boca se ne pravi u hladnom kalupu, nego se kalupna šupljina zagrijava, što povisuju kristalnost PET-a i time poboljšava njegovu postojanost pri povišenim temperaturama. Hlađenje boce na temperaturu pri kojoj se može izbaciti iz kalupa izvodi se puhanjem hladnog zraka kroz mlaznice koje prolaze kroz šipku za razvlačenje. Taj postupak povisuju postojanost PET-a na temperaturu od 95 °C, no povisuju se vrijeme ciklusa, što negativno utječe na proizvodnost. S druge strane, PP ne zahtijeva dodatne mjere za povišenje toplinske postojanosti za vruće punjenje određenih napitaka ili sterilizaciju u medicinskim primjenama.

PP do sada nije bio materijal pogodan za razvlačno puhanje zbog toga što mu je temperaturno područje preradbe u usporedbi s PET-om vrlo usko. Optimalna temperatura razvlačenja PP-a je unutar pojasa tolerancije od samo ± 2 °C. Tako usko područje čini proces ponovnoga grijanja vrlo osjetljivim pa je teško postići stabilan, ponovljiv proces izradbe. Osim uskog područja preradbe, PP kao materijal za razvlačno puhanje ima još jedan nedostatak. Tijekom procesa razvlačenja struktura PET-a je takva da će zone koje su relativno malo razvučene biti sklonije razvlačenju od zona koje su već jako raz-

vučene. Taj prirodni efekt, koji nije primijećen kod PP-a, dovodi do jednoličnijeg razvlačenja pa je pri razvlačenju PP-a važna kontrola razvlačenja i oblikovanja kontrolom temperature priprema.

Usko područje preradbe PP-a i nemoćnost potpuno automatiziranog razvlačenja zahtijeva vrlo preciznu i ponovljivu preradbu tijekom ponovnog zagrijavanja. Istraživački projekt na IKV bavio se istraživanjem preradbe PP-a na standardnoj razvlačnoj puhalici, a istraživanje se usmjerilo na fazu zagrijavanja priprema. Rezultati istraživanja poboljšat će razumijevanje procesa ponovnog zagrijavanja i ponašanje PP priprema.

PET planet insider, 7/2007.

Plastični i gumeni proizvodi

Priredili: Gordana BARIĆ, Željko MEDVEŠEK i Ana PILIPOVIĆ

Izolacija prijateljska okolišu načinjena s pomoću školjaka

Izolacijske vatrootporne ploče *Greensulate* načinjene od prirodnih materijala: vode, škroba, spora kamenica i perlita (kamena vulkanskoga podrijetla) uskoro će postati dostupne na brzorastućem tržištu za okoliš prijateljskih proizvoda. Proizvodnja ovih ploča veoma je jeftina i troši vrlo malo energije. Mješavina vode, čestica minerala perlita, škroba i vodikova peroksida ulijeva se u kalupe u koje se zatim ubrizgavaju stanice školjaka (vodikov peroksid dodaje se kako bi se spriječio rast drugih živih vrsta u materijalu). Kalupi se stavljaju na tamno mjesto, a stanice školjaka se počinju razvijati koristeći škrob kao hranu, ispreplećući se s ostalim sastojcima. Tjedan do dva poslije *uzgojena* je izolacijska ploča debljine oko 2,5 cm (slika 9). Slijedi sušenje, kojim se spriječava rast gljivica, a time i alergijskih reakcija.

TABLICA 1. Usporedba svojstava orijentiranog PP-a i PET-a

Svojstvo	PP	PET	Komentar
Gustoća, g/cm ³	0,90	1,35	PP je lakši
Maksimalna temperatura za vruće punjenje, °C	90	50	Standardni PP može se vruće puniti
Brzina permeacije vodene pare, (g·mm)/(m ² ·d)	0,15	0,39 – 0,51	PP tri puta bolji
Koeficijent permeacije CO ₂ , (cm ³ ·mm)/(m ² ·d·bar)	214,8	6,0 – 9,9	PET tri puta bolji
Koeficijent permeacije O ₂ , (cm ³ ·mm)/(m ² ·d·bar)	59,8 – 63,8	1,2 – 2,4	PET tri puta bolji
Tolerancija područja preradbe, °C	< ± 2	± 10	PP se teže prerađuje
Rastezna čvrstoća, MPa	33	57	PET je krući
Cijena, EUR/t	1200 – 1250	1200 1250	Usporediva cijena



SLIKA 9. Izolacijska ploča *Greensulate*

Američki Nacionalni institut za norme i tehnologiju ispitivanjem je pokazao kako izolacijske ploče *Greensulate* posve mogu konkurirati većini postojećih izolacijskih ploča na tržištu. Njihova R-vrijednost (otpornost