

**IZGRADNJA INDUSTRIJE
POLIMERNIH PROIZVODA
U SVETU**

Nemačka firma "Ticona" povećava na 10 kt/god svoje postrojenje za proizvodnju PE ultravelike molekulske mase u Nemačkoj; izgradnja treba da se završi 2004.

Kineska kompanija "Changzhou Plastics Group" gradi u Kini postrojenje za 600 t/dan poliestarskog granulata, koje treba da se završi do kraja 2004.

Danska firma "Borealis" ulaže 200 mil.evra u razvoj svoje tehnologije Borstar, gradi u Austriji novo postrojenje za 350 kt/god PE i povećava kapacitet postojećeg PP-postrojenja za 90 kt/god; kad novo postrojenje za PE bude pušteno u rad 2005, firma će prestati sa proizvodnjom u 2 postrojenja za PENG i u postrojenju za PEVG, te će ukupno povećanje kapaciteta PE iznositi 150 kt/god. Ista firma gradi u Poljskoj postrojenja za 320 kt/god PEVG i 400 kt/god PP, koja treba da se završe 2005.

Firma "Basell Polyolefins" započela je 2-godišnji plan povećanja za 200 kt/god svojih postrojenja u Holandiji, Italiji i SAD za proizvodnju polimernih proizvoda po postupku Catteloy ukupnog kapaciteta 385 kt/god; povećanje za 50 kt/god treba da se postigne poboljšanjem procesa, a drugi deo zamenom postupka Spherilene u postrojenju u SAD, koje je sada konzervirano, postupkom Catteloy.

Kineska firma "PetroChina" ot kupila je od "Basella" licencu njenog postupka Spheripol za izgradnju 3 nova postrojenja za PP: 2 od 300 i 1 od 200 kt/god, čija izgradnja je ugovorena sa italijanskom inženjerskom firmom "Technimont". "PetroChina" je 2002. ot kupila od "Basella" licencu za postrojenje za PENG, koje treba da se završi 2004.

Firma BSF (konzorcijum firmi "Bechtel", "Sinopec" i "Foster Wheeler Energy") izabrana je za menadžment velikog petrohemijskog kompleksa koji u Kini grade kompanije "Shell Petrochemicals" i "China National Offshore" sa predviđenim investicijama od 4,3 mrd.dolar. Ugovor je sklopljen posle BSF-ovog uspešnog završetka pripreme faze, koja je trajala 17 meseci, a kompleks treba od 2005. da proizvodi stiren, propilen-oksidi, etilen-glikol, PE i PP u ukupnoj količini od 2,3 Mt/god.

Firma "Eurochem Technologies" gradi u Nigeriji postrojenja za po 400 kt PEVG i PP, koja treba da se završe 2006.

Firma "Huntsman" ulaže oko 330 mil.evra za izgradnju u V. Britaniji

postrojenja za PENG, koje treba da se završi početkom 2006.

Ruska firma "Sibur", filijala Gazproma, gradi u Rusiji postrojenje za 300 kt/god PENG, koje treba da se završi krajem 2006.

Saudiarabijska firma "Al-Zamil Group" gradi u Saudijskoj Arabiji postrojenje za 450 kt/god PP, koje treba da se završi 2007.

**SVETSKA PROIZVODNJA
POLIOLEFINA**

Prema proceni istraživača tržišta predviđa se u periodu 2002-2010. povećanje svetske potrošnje PE od 55 na 87, a potrošnje PP od oko 35 na skoro 60 Mt. Na osnovu ove procene biće, u toku ove deкаде, potrebno izgraditi 100 ili više novih postrojenja za proizvodnju ovih poliolefina te je, posle nekoliko godina stagnacije, došlo do novog ciklusa izgradnje u koji su uključene mnoge firme radi zadržavanja svog položaja na postojećem ili osvajanja novih potencijalnih tržišta. Firme koje licenciraju tehnologiju pripremaju se za brzu izgradnju radi privlačenja potencijalnih investitora, nude projekte što većih kapaciteta, radi smanjenja proizvodnih troškova, ali i dovoljno fleksibilnih radi prilagođavanja određenim tržištima. Izbor odgovarajućih proizvodnih postupaka i kapaciteta može da bude komplikovan, jer postoji oko 25 različitih proizvodnih postupaka za PE i 8 za PP, za čiji izbor su verovatno najvažniji faktori: kapacitet, koji zavisi od izabranog postupka i raspoloživih sirovina, i potencijalno tržište, koje je često geografski uslovljeno.

Najveći broj postrojenja izgrađen je po licencama za postupke velikih kompanija. Tako se licence firme "Basell Polyolefines", zajedničkog preduzeća BASF-a i "Shella", Hostalen, Spherilene i Lupotech g i T za PE i Spheripol za PP koriste u 147, licence firme "Univation Technologies", zajedničkog preduzeća "Dow Chemical" i "ExxonMobil", Unipol za PE u 92 i licence kompanije BP Innovene za PE u 25 i za PP u 8 postrojenja.

Kapaciteti izgrađenih ili projektovanih postrojenja postaju sve veći. "Univation Technologies" izgradila je po postupku Unipol za PEVG i LPENG postrojenje kapaciteta 500, a ima projekte za 600 kt/god. "Dow" planira povećanje postrojenja za PP po postupku Unipol na 415 kt/god, čime predviđa smanjenje proizvodnih troškova za 25%. BP je izgradio u Škotskoj postrojenje za LPENG od 320 kt/god polazeći od C₆ izomera, koje može da postigne veću proizvodnju ako koristi C₄-izomere, dok za

PP gradi postrojenje kapaciteta 400 kt/god po postupku Innovene, dobijenom otkupom firme "Amoco", koji omogućuje velike kapacitete i fleksibilnu, brzu promenu proizvedenih tipova. "ExxonMobil" pregovara o davanju licence za 2 postrojenja od 400 a smatra da je moguć kapacitet od 500 kt/god za PENG, a "Basell" gradi u Francuskoj postrojenje za PENG po postupku Lupotech T kapaciteta 320, a raspolaze projektom za 400 kt/god.

S obzirom na drugi najvažniji faktor, geografski uslovljeno potencijalno tržište, predviđa se da će najveći deo novih postrojenja biti izgrađen u Aziji, na Bliskom Istoku i u zemljama u razvoju u Istočnoj Evropi i Latinskoj Americi. Prema podacima i procenama jedne konsultantske firme, kapaciteti postrojenja za PE izgrađenih 2002. i planiranih do 2006. iznosiće po regionima (kt/god):

	2002.	2004.	2006.
Severna Amerika	480	0	0
Latinska Amerika	150	540	0
Evropa	450	320	0
Azija	445	600	250
Bliski Istok	590	750	300

Kako zemlje u razvoju prvenstveno proizvode za lokalno tržište, radi zamene uvoza, često zahtevaju fleksibilne postupke, koji omogućuju proizvodnju više tipova polimera. Proizvodne sirovine su različite, a na Bliskom Istoku, potencijalno najvećem proizvođaču, postalo je vrlo popularno dehidrogenovanje propana, jer je proizvodnja propilena kao sporednog proizvoda rafinerija ili krekovanja teškog benzina mala. Iz tih razloga, firma "Univation Technologies" stalno usavršava svoj postupak Unipol, sa ciljem korišćenja njegovog reaktora sa gasnom fazom za svaku sirovinu koju korisnik želi. Tako je npr. firma razvila metalocenski postupak za proizvodnju bimodalnog PEVG korišćenjem samo jednog reaktora sa gasnom fazom. Ovaj proizvod ima široku raspodelu molekulske mase i koristi se za folije i cevi, a normalno se proizvodi u sistemu od više reaktora u kojima se odvijaju 2 različite reakcije polimerizacije. Pošto je "Univation" razvila 2 različita katalizatora, koji rade pod istim reakcionim uslovima, proizvodnjom u jednom reaktoru postiže se ušteda investicionih troškova od 20%; firma je već izvršila industrijske probe katalizatora i vrši njegov marketing od 2003.

Firma "Engelhard", proizvođač katalizatora, usvojila je drugi način za

rešenje zavisnosti licenciranih firmi od njihovih licencora, time što proizvodi katalizatore za sve PP-postupke, a ima posebne sporazume sa kompanijama BP i "Novolen Technologies" o njihovom snabdevanju PP-katalizatorima. Firma je razvila Lynx, vrlo aktivan katalitički sistem za proces Ziegler-Natta, a predviđa da postane isporučilac katalizatora za tržište, na kome ih je većina proizvođača dobijala od licencora koji je projektovao njihovo postrojenje, što je dovelo do velikih cena za katalizatore od monopolskih proizvođača.

Kad su krajem 70-ih razvijeni Unipol i drugi procesi za PE na niskom pritisku, smatralo se da će do sredine 80-ih postrojenja za PE na visokom pritisku prestati sa radom, jer neće biti ekonomična. Međutim, do toga nije došlo i ona su ne samo nastavila sa radom, već je u svetu izgrađeno mnogo novih takvih kapaciteta. Sada PENG učestvuje na svetskom tržištu za PE sa 30%, a predviđa se da će, usled povećanja potrošnje za 2% godišnje i zamene starijih, biti izgrađena 2 nova postrojenja godišnje. Postoji opšte mišljenje da su postrojenja za PENG skuplja nego za LPENG, ali to može da važi samo za postojeća postrojenja od 100 kt/god i manja, a ne i za nova od 300 kt/god i veća. Industrijski konsultanti naprotiv smatraju, da su postrojenja za PENG jeftinija nego za LPENG: investicioni troškovi su slični, za PENG su proizvodni i troškovi za katalizator manji (koriste se samo organski peroksidi kao inicijatori) a oprema skuplja, dok su licencni troškovi za LPENG znatno veći.

LPENG potpuno potiskuje PENG na tržištu masovnih proizvoda, kao što su vreće za đubre i materijal za pakovanje, za koje je poželjna najmanja moguća debljina. Pored toga, "Univation Technologies" smatra da će korišćenje novih EZP-katalizatora za LPENG još više potisnuti PENG, jer se sa njima postiže lakša prerada, veća bistrina i jačina na udar kao kod metalocenskih polimera; potencijalne primene su folije za pakovanje poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda. Kompanija BP takođe razvija katalizator za "jednostavan proces" proizvodnje folija velike jačine. Metalocenske smole dobijene postupkom Innovene imaju jedinstvenu kombinaciju velike jačine sa dobrim karakteristikama prerade, što omogućuje veliku brzinu rada proizvodnih ekstrudera, bez potrebe dodavanja proizvoda manje gustine ili skupih, prerađivačkih pomoćnih sredstava.

PROIZVODNJA MMA NOVIM POSTUPKOM

Britanska firma "Lucite International" planira izgradnju postrojenja od 100 kt/god za metil-metakrilat (MMA) u kome će se prvi put koristiti njen patentirani postupak Alpha MMA; firma razmatra najpovoljniju lokaciju, a postrojenje treba da se pusti u rad krajem 2007. Postrojenje je projektovano na osnovu podataka dobijenih u kontinualnom mini-postrojenju, koje je izgradila firma "Davy Process Technologies". Konceptija mini-postrojenja, koje je dovoljno malo da se može postaviti u laboratoriji, omogućuje dobijanje svih podataka potrebnih za projektovanje industrijskog postrojenja; tipični faktori za scale-up su 10.000-30.000. Umesto normalno 5 godina i utroška oko 14 mil.evra za uobičajeni razvoj, koji se sastoji od projektovanja, izgradnje i rada demonstracionog postrojenja, mini-postrojenje skraćuje razvoj tehnologije na 3 godine uz mali deo uobičajenih troškova.

Alpha MMA-proces ima 2 stupnja. U prvom etilen reaguje sa metanolom i CO₂ u prisustvu katalizatora za homogeno karbonilovanje na bazi Pd, i dobija se metilpropionat; selektivnost katalizatora za metilpropionat je preko 99,9%, te nisu potrebni separacija i prečišćavanje. U drugom stupnju metilpropionat reaguje sa formaldehidom, u prisustvu pogodnog heterogenog katalizatora, i dobija se MMA velikom selektivnošću; proizvod se potom prečišćava frakcionom destilacijom.

U postojećim postrojenjima firme "Lucite", MMA se dobija standardnim trostepenim procesom, u kome se najpre reakcijom acetona i HCN dobija aceton-cijanhidrin, koji se potom konvertuje u MMA. Firma smatra da će novi proces biti jeftiniji, jer ne zavisi od snabdevanja acetonom, HCN i izobutilenom i eliminiše rekuperaciju kiseline, opremom od skopog konstrukcionog materijala.

PROIZVODNJA POLIMLEČNE KISELINE

Zahvaljujući američkoj kompaniji "Cargill Dow LLC", zajedničkom preduzeću ove 2 firme, jedna od najvećih svetskih žitarica, kukuruz, može da postane najtraženija svetska sirovina za proizvodnju sintetičkih vlakana i materijala za pakovanje. Firma je dobila nagradu za 2003. časopisa Chemical Engineering za razvoj tehnološkog postupka, koji će obezbediti da obilna, godišnje obnovljiva sirovina, zameni ograničene rezerve nafte za dobijanje proizvoda široke potrošnje, uporedivog kvaliteta ili cene.

Proces "Cargill Dow" za proizvodnju pogodnog polilaktida, nazvanog Nature Works PLA, zasiva se na fermentaciji, destilaciji i polimerizaciji jednostavnog biljnog ugljenog hidrata, dekstroze iz kukuruza. U osnovi, procesom se koristi ugljenik iz zrna za dobijanje polimera polimlečne kiseline, po karakteristikama sličnog standardnim termopolimernim proizvodima; za proizvodnju se troši 30-50% manje fosilnog goriva nego za dobijanje polimernih proizvoda iz petrohemičarstva.

Polimlečna kiselina nije nov proizvod, jer je Wallace Carothers, istraživač "DuPonta" koji je izumeo najlon, prvi otkrio polimer mlečne kiseline još 20-tih godina prošlog veka. Međutim, njegova cena je bila za red veličine suviše velika, a tehničke karakteristike neodgovarajuće za proizvodnju polimernih proizvoda u velikom obimu i veštačkih vlakana.

Istraživači firme "Cargill", ispitujući nove primene za kukuruz, uvideli su mogućnosti PLA i uspeli da delimično menjaju osobine polimera, promenom njegove molekulske mase i relativnih količina D- i L- izomera mlečne kiseline. Radi smanjenja proizvodnih troškova, nisu korišćeni rastvarači i projektovan je jednostavan i fleksibilan proces. Firma je 1994. u SAD izgradila poluindustrijsko postrojenje kapaciteta 3,6 kt/god radi usavršavanja tehnologije i razvoja tržišta. "Cargill" je 1995. počeo da traži partnera sa prisustvom i iskustvom na tržištu polimernih proizvoda i ocenila je kompaniju "Dow Chemical" kao najbolju. Dve firme su 1997. osnovale kompaniju "Cargill Dow LLC", sa učešćem 50:50, i početkom 2000. odlučile da ulože 300 mil.dolara u izgradnju industrijskog postrojenja. Postrojenje je završeno krajem 2001, pušteno u rad početkom 2002. i ima pun kapacitet od 135 kt/god. U toku nekoliko sledećih godina "Cargill Dow" predviđa ulaganje oko 2 mlrd. dolara na razvoj tržišta i proizvodnog postupka za konverziju drugih poljoprivrednih proizvoda, kao kukuruznih stabljika, pšenične slame i trave u PLA.

Prema ugovoru, kompanija će japansku firmu "Toray Industries" snabdevati sa PLA, a dala joj je licencu za tehnologiju proizvodnje vlakana i pravo korišćenja robnog znaka Ingeo. "Toray" će proizvoditi Ingeo-vlakna u više dalekoistočnih zemalja i od njih tekstilne proizvode u Japanu, drugim azijskim zemljama i Evropi. "Toray" predviđa do 2005. prodaju oko 10.000 t ovog vlakna iz kukuruza za ukupno oko 85 mil.dolara, i njegovo korišćenje za različite industrijske i kućne potrebe, kao što su tepisi i krevetsko rublje.

NOVI FLUORNI POLIMERI

Jedna od mana uobičajenih fluornih polimera je da se ne prijanaju lako na druge materijale, pa se i korišćenjem specijalnih metoda postiže mala jačina vezivanja. Japanska firma "Daikin Industries" navodi da je razvila prvi fluorni kopolimer koji se čvrsto povezuje sa drugim materijalima. Nazvan Neoflon EFEP, novi proizvod je kopolimer perfluoroetilen-propilena (FEP) i etilena sa specijalnim funkcionalnim grupama, koje omogućuju povezivanje sa drugim materijalima. Ove grupe su stabilne na sobnoj temperaturi, ali na preko 200° postaju reaktivne, te jednostavnim topljenjem Neoflon EFEP i pritiskivanjem za supstrat na preko 200°, polimer se vezuje za druge materijale npr. poliamide, metale i staklo. Jačina vezivanja je oko 7–8 puta veća od one za postojeće fluorne polimere. "Daikin" je počeo proizvodnju u postrojenju kapaciteta 1000 t/god u SAD i prodaje proizvod po ceni od oko 25–50 dolara/kg u zavisnosti od tipa i drugih faktora. Polimer može primenom za automobile da utiče na smanjenje emisija ugljovodonika, a druge potencijalne primene su prevlačenje cevi, sudova i druge opreme u hemijskoj industriji, solarnim ćelijama i konstrukcionim materijalima.

"DuPont" je zajedno sa istraživačima Univerziteta North Caroline razvio postupak i započeo proizvodnju prvo fluoropolimera korišćenjem superkričnog CO₂. Dobijeni polimer može se prerađivati topljenjem za primene kao što su izolovanje žica i kablova.

NOVI POLIOLEFINSKI KOPOLIMERI

Američka kompanija "Dow Chemical" proizvodi novu seriju poliolefinских kopolimera, nazvanih funkcionalni polimeri Amplify. Serija obuhvata kalemljene polimere etilen-etilacetata, etilen-vinilacetata i maleinskog anhidrida, koji su namenjeni za tržište prevlaka, adheziva i vezivnih slojeva; jedna od potencijalnih primena je prevlaka automobilskih opruga. Ovi proizvodi su ranije uglavnom korišćeni za tržište PENG, npr. za ambalažu.

MODIFIKOVANI PTFE

Japanska firma "Hitachi Cable" razvila je modifikovani politetrafluoretilen (PTFE) za koji se navodi da ima 1.000–10.000 puta veću otpornost na abraziju, 2–3 puta veću otpornost na puzanje i veću transparentnost i elastičnost u odnosu na standardni PTFE. Proizvodni proces se zasniva na tehnologiji umrežavanja, koju je

razvio japanski istraživački Institut za atomsku energiju, a "Hitachi" je prva firma koja iznosi na tržište ovaj proizvod. U postupku se PTFE umrežava radijacijom elektronskog zraka na oko 327° (bliska temperaturi topljenja PTFE) u atmosferi inertnog gasa. Radijaciona doza je preko 50 kGy (50 kJ/kg), tačna doza zavisi od željenog proizvoda (Gy-Grey je jedinica Internacionalnog sistema za apsorbovanu radijaciju). Ključni deo postupka, koji je otkrio Institut, je da umrežavanje mora da se izvede na temperaturi bliskoj temperaturi topljenja, jer na svakoj drugoj radijacija razlaže materijal. "Hitachi" nudi 7 tipova modifikovanog PTFE, uključujući prah, listove, blokove, zrna i prevlake, za primene kao npr. za zaptivanja naftnih cilindara ili kugličnih ležaja. Cene proizvoda su različite, ali se npr. predviđa da će cena za blokove biti 3–5 puta veća od one za standardni PTFE. Međutim "Hitachi" navodi da će poboljšanje osobina materijala opravdati veće cene – npr. otpornost zaptivača na povećanu brzinu rotacije udvostručuje njihovo trajanje a transparentnost na svetlost od 600 nm iznosi 21%, dok je za standardni PTFE 2%.

ISTRAŽIVANJE POLIMERA IZ OBNOVLJIVIH SIROVINA

BASF i američka firma "Metabolix" sarađuju na istraživanju razvoja biodegradabilnih polimera dobijenih iz prirodnih sirovina, kao što su polihidroksi-alkanoatni poliestri (PHA). "Metabolix" će proizvoditi u pilot-postrojenju uzorke PHA, dobijene fermentacijom šećera, a BASF-ov istraživački sektor za polimere će ispitivati osobine i način prerade dobijenih proizvoda.

Britanski proizvođač specijalnih hemikalija "Robinson Brothers" radi na sličnom istraživačkom projektu proizvodnje novog biodegradabilnog polimernog sistema za potrebe ambalaže. U projektu učestvuju britanski Univerzitet Aston i firme "GlaxoSmithKline", "Euro Packaging" i "ThermoPrism", a početak proizvodnje novog sistema planiran je do kraja 2003.

NOVI KATALIZATORI ZA POLIOLEFINE

Posle 4-godišnje naučne saradnje, američke firme "Dow Chemical" i "Symtex Technologies" otkrile su novu grupu katalizatora za sintezu poliolefina, komplekse hafnijuma sa amido-etarskim ligandima, koristeći novu visokoproduktivnu metodu odbira (HTS) koja omogućuje da se ispitivanje izvrši u toku nekoliko dana

ili nedelja, umesto mnogih meseci ili godina. Ovom metodom izvršen je za samo nekoliko časova primarni odbir 384 kompleksa metal-ligand pod različitim uslovima aktivacije, da bi se odabralo 10 potencijalnih katalizatora za polimerizaciju 1-oktena, od kojih je sa jednim, pod određenim uslovima, postignuta konverzija od 100%. Sekundarnim odbirom u većem obimu otkriven je novi visoko temperaturni katalizator za LPENG, kopolimer etilena i 1-oktena, zasnovan na nemetalocenskom ligandu. Ispitivanje osobina katalizatora i provera metode za odbir, izvršene u industrijskom šaržnom reaktoru, pokazale su da su novi katalizatori jednaki ili bolji od metalocenskih, koje sada koristi "Dow" za poliolefinске sisteme.

Na Univerzitetu Kalifornije otkriven je trokomponentni sistem homogenih katalizatora koji prevode jedan monomer, etilen, u račvasti polietilen; obim i tip račvanja dobijenog proizvoda može se kontrolisati promenom sastava smeše katalizatora. Katalitički sistem sastoji se od 2 nikal-organska i 1 titan-organskog jedinjenja, od kojih jedan katalizator na bazi Ni prevodi etilen u 1-buten, drugi prevodi olefin u smešu 1-alkena, a Ti-katalizator povezuje etilen i proizvode drugih reakcija u PE. Istraživači smatraju da će za optimizaciju reakcije i izbor između mnogih primenljivih biti potreban usavršen visoko produktivan postupak odbira i da će to trajati preko 10 godina.

ELEKTROLUMINISCENTNI POLIMERI

Istraživači sa Univerziteta u Amsterdamu i istraživačke laboratorije firme "Philips" razvili su jednostavan polimerni elektroluminiscentni uređaj koji, promenom smera struje, emituje sjajno crvenu ili zelenu svetlost. Elektroluminiscentni polimeri obično emituju svetlost jedne boje, u zavisnosti od energetske pobude, što znači da televizijski ekran za slike u boji normalno sadrži komponente koje emituju: crvenu, zelenu ili plavu svetlost. Pošto novi uređaj koristi isti polimer za emitovanje crvene i zelene svetlosti, on može potencijalno da pojednostavi izradu luminiscentnih ekrana, čvrstih izvora svetlosti i komponentata za emitovanje boja, a može da poveća i sjaj boje, jer se za zelenu ili crvenu svetlost osvetljava veći broj komponentata. Ključni deo uređaja je poluprovodljivi derivat poli-fenilvinilena pomešan sa fosforescentnim kompleksom, koji se sastoji od 2 rutenijumova centra povezana tetrafenilnim mostom. Materijal se

postavlja između 2 elektrode izrađene od platine i od indijum-kalajnog oksida (PTO). Kad se pozitivan napon od 4 V dovodi PTO-elektrodi, aktivira se rutenijumski kompleks dajući karakterističnu sjajnu crvenu svetlost. Promenom prednapona na -4 V, smer struje je obratan, emisija svetlosti metalnog kompleksa se prekida i polimer, u pobuđenom stanju, emituje zelenu svetlost. U objavljenom radu, istraživači objašnjavaju samo fundamentalne aspekte sistema i smatraju da uređaj radi na bazi jednostavnog mehanizma o kome, do sada, nije ništa objavljeno za slične sisteme. Istraživanje pruža nova saznanja o načinu rada ovih uređaja, ali je potreban dalji rad radi potvrde predloženog mehanizma i dobijanja više kvantitativnog razumevanja njegovog rada. Detaljnija ispitivanja sistema su u toku, a istraživači predviđaju da ona mogu dovesti do razvoja novih materijala zasnovanih na hibridima neorganskih i organskih komponenata.

STERILIZABILNI POLIMERNI PROIZVODI

Američka firma "Pall" proizvodi novu membranu, koja ima strukturu pora oblika levka, što omogućuje da se jednoslojna membrana koristi kao predfilter radi uklanjanja velikih čestica, koje ometaju protok kroz membranu. Navodi se da membrana machV dva puta brže uklanja ove čestice pri filtriranju kultura ćelija i tkiva. Membrane su izrađene od poli-etarsulfona, što omogućuje njihovu sterilizaciju vodenom parom, a proizvode se sa porama veličine 0,65 i 0,2 μm.

"Ticona", sektor za tehničke polimere nemačke firme "Celanese", razvila je prvu smešu cikloolefinskih kopolimera koja se može koristiti kao mehura folija za pakovanje. U formulaciji se kombinuju cikloolefinski kopolimer Topas 6013 i jedan poliolefin, čime se dobijaju folije otporne na toplotu, koje se ne krive zagrevanjem do 121° u toku 20 min. Usled toga, one se mogu sterilizovati vodenom parom i koristiti kao zaštitni materijal za medicinske proizvode.

DEGRADABILNI KOMPAKTNI DISKOV

Japanska firma "Sanyo Mavic Media" u saradnji sa "Mitsui Chemicals" razvila je postupak proizvodnje kompaktnih diskova (CD) od biodegradabilne polimlečne kiseline (PLA) umesto od polikarbonata (PC). Firma je optimizovala uslove za injekciono livenje PLA, njenu sposobnost da primi submikrometerske bit-strukture i skratila radni ciklus rešenjem teškoća očvršćivanja PLA.

CD se proizvode od specijalnog tipa PLA (Lacea-proizvod "Mitsui Chemicals") koji se proizvodi od ku-

kuruzi; za 10 CD-a potreban je 1 klip kukuruza. U deponiji, dolazi do lagane biodegradacije PLA u vodu i CO₂, što predstavlja povoljnu ekološku alternativu za PC, koji se mora spaljivati u peći za otpad ili ostaje inertan u deponiji. Početkom 2004. firma je počela proizvodnju od preko 1000 CD-a po šarži, početna cena je oko 3 puta veća u odnosu na proizvode od PC-a, ali se predviđa da će, pri masovnoj proizvodnji, troškova biti 70-80% manji.

SUPERHIDROFOBNE POLIMERNE PREVLAKE

Istraživači sa 2 Univerziteta u Istambululu razvili su jednostavnu, jeftinu metodu za inverziju polipropilena (PP) u superhidrofobnu prevlaku, koja potpuno odbija vodu ili prijavštinu sa čvrstih površina. Mnogi istraživači su pokušavali da dobiju ovakvu prevlaku podešavajući hemiju i rapavost površina, ali su postignuti samo delimični uspesi korišćenjem skupih materijala i kompleksa i dugotrajnih procesa. Turski istraživači su iz izotaktičkog PP, industrijski proizvedenog hidrofobnog polimera, proizveli prevlaku od vrlo poroznog gela, koji je još više hidrofoban. To je postignuto rastvaranjem polimera, npr. u vreloom p-ksilenu, izlivanjem rastvora na čvrstu površinu i, potom, taloženjem hladjenjem i isparavanjem rastvarača, ili dodatkom sredstva za taloženje, npr. metil-etil-ketona, rastvoru polimera pre njegovog uparavanja. Pošto je površina gela vrlo rapava i sadrži mikroskopske vazdušne mehure, kapi vode se ne šire po njoj, već ostaju u kuglastom obliku sa kontaktnim uglom prema površini većim od 160°. Istraživači su ovu, prevlaku naneli na razne supstrate i smatraju da se ona može koristiti za zaštitu spoljnih površina od leda ili prijavštine ili za proizvodnju mikrofluidnih uređaja.

ELEKTROPROVODLJIVI POLIMERI

Istraživači sa Univerziteta u Čikagu razvili su elektroprovodljive polimere površinskom polimerizacijom uz taloženje jona. Ovi polimeri imaju veliki potencijal primene, npr. za ravnne ekrane, solarne ploče, osetljive uređaje, tranzistore itd. ali je njihovo dobijanje vrlo komplikovano. U novom postupku za dobijanje elektroprovodljive površine, materijal koji je trebalo obložiti stavljen je u vakuum-posudu, uklonjen vazduh i na površinu staloženi vakuum-sublimacijom naelektrisani joni, a potom neutralni molekuli. Hemijski postupak i oblik površine mogli su se kontrolisati nometrijskom tačnošću. Istraživači smatraju da se ovim postupkom može dobiti nova grupa elektroprovodljivih polimera za primene koje se nisu mogle postići postojećim metodama. Za dalji rad se predviđa kori-

šćenje novih tipova organskih jona i molekula radi dobijanja različitih prevlaka.

PRIRUČNIK ZA IZBOR ELASTOMERA

Američka kompanija "DuPont Dow Elastomers" objavila je kao website www.dupont-dow.com/crg svoj "Vodič o hemijskoj otpornosti elastomera" radi izbora najboljeg proizvoda za određenu primenu. Vodič je rađen zajedno sa "Los Angeles Rubber Group" radi osavremenjivanja njihovog značajnog "Chemical Resistance Guide", koji je preko 10 godina korišćen u industriji kao referentni materijal za ovu oblast. Website obuhvata:

- Uvod u elastomere, namenjen kao obrazovni materijal inženjerima materijala i održavanja, sa baznim informacijama o elastomerima i osobinama značajnim za njihov izbor,

- Opšti vodič hemijske otpornosti elastomera, sa detaljnim podacima za preko 1000 hemikalija i ponašanja 20 elastomera u određenoj hemikaliji na sobnoj temperaturi,

- Proizvode "DuPont Dow Elastomers" sa detaljnim podacima posebno za Viton i Kalrez, ispitanih sa velikim brojem hemikalija, i novim hemijskim i fizičkim podacima za Viton.

ELASTOMERNI ZAPTIVAČI ZA EKSTREMNE USLOVE

Američka firma "Parker Hannifin" proizvodi Parafleur ULTRA, seriju visoko-kvalitetnih, perfluorovanih elastomera namenjenih za ekstremne primene zaptivanja, formulisanih radi smanjenja zagađenja i dugotrajnog zaptivanja pod teškim radnim uslovima. Ovi materijali, sa najvećim nivoom efikasnosti od Parafleur-serije ove firme, su idealni za hemijske procese, naftne bušotine, proizvodnju poluprovodnika i druge primene gde su neophodni superiorna termička stabilnost, hemijska otpornost i ultra-visoka čistoća. Parafleur ULTRA serija sastoji se od novih perfluorovanih jedinjenja, od kojih svaki ima jedinstvene fizičke osobine koje omogućuju izbor najboljeg zaptivača. Ovi materijali, crne ili bele boje, zadržavaju svoje zaptivne karakteristike na ekstremnom visokim temperaturama, npr. kontinualno na do 320° za tip ULTRA FF 200-75, a otporni su na mnoge hemikalije, uključujući organske i neorganske kiseline, baze, amine, ketone i aldehide kao i vodu paru i vrelu vodu. Parafleur ULTRA-materijali proizvode se kao O-prstenovi, liveni oblici, kompozitni zaptivači metal/kaučuk i u drugim oblicima. Svi se proizvode u ultra-čistoj sredini radi zaštite od zagađenja, a pakovanje se obavlja u posebno čistim prostorijama.

UREĐAJI ZA PRERADU POLIMERNIH PROIZVODA

Švajcarska firma "List" je vodeći svetski proizvođač uređaja za preradu vrlo viskoznih materijala, sa preko 35-godišnjim iskustvom termičke prerade pastoznih, lepljivih i okoravajućih materijala i izgradnjom 300 industrijskih postrojenja za proizvodnju polimera, hemikalija, vlakana, namirnica i zaštitu okoline. "List" razvija i realizuje potpuna rešenja u oblasti prerade vrlo viskoznih materijala, od koncepcije, laboratorijskih i pilot-ispitivanja, povećanja razmere i proračuna do izgradnje, puštanja u pogon i servisiranja. Firma ima iskusan tim inženjera za procese, projektovanje i sisteme, mnogobrojne uređaje za ispitivanje i kompletan program za menadžment u toku trajanja rada postrojenja. Rešenja obuhvataju kako pojedinačne uređaje tako i potpune procesne sisteme. Proizvodi firme se projektuju i proizvode prema DIN-u, ASME i drugim međunarodnim standardima i propisima, prema strogim propisima kontrole kvaliteta, a dobijen je sertifikat ISO 9001. Tehnički centri firme su strateški locirani po svetu i pružaju servisne usluge, uključujući tehničku pomoć, rezervne delove, terensku pomoć i preventivno održavanje; glavni centar je u Švajcarskoj a pomoćni u SAD i Singapuru. Među najznačajnijim proizvodima firme su novi uređaji za optimalnu preradu polimera i drugih vrlo viskoznih materijala: kontinualni reaktor sa gnječenjem (CKR) i kontinualna gnjetalica sa povratnim mešanjem (Discotherm B). Uređaj CKR ima 2 osovine koje rotiraju istim smerom i brzinom, a elementi za gnječenje, pričvršćeni za osovine, dopunjuju se u postizanju intenzivnog obnavljanja površine smeše, njene uske raspodele vremena zadržavanja i skoro 100%-nog samočišćenja. U toku polimerizacije, koja se može izvesti sa malom količinom rastvarača, materijal koji se prerađuje je najpre tečan, potom vrlo viskozan i najzad sipak krajnji polimerni proizvod. Geometrijski oblik elemenata za gnječenje zavisi od primene, a odabran je između više patentiranih rešenja. Tip nazvan CKR CONTI koristi se za razne postupke uključujući polimerizaciju, polikondenzaciju, devolatizaciju i degazaciju polimera, heterogene reakcije, sušenje i uparavanje i kombinovanje više postupaka u jedan stupanj, kao i za nepolimerne procese npr. kristalizaciju.

Za razliku od CKR u postupku sa uređajem Discotherm B koristi se specijalna tehnologija mešanja da bi se reprodukovale karakteristike reak-

tora sa potpunim mešanjem vrlo viskoznih proizvoda. Njegova glavna primena je za uklanjanje rastvarača iz rastvora polimera na atmosferskom pritisku. U toku ovog postupka, pre nego što difuzija postane kritični faktor, u početnom stupnju prenos toplote određuje ukupnu brzinu. Uređaj povećava brzine prenosa toplote zahvaljujući izvrsnom, kako radijalnom tako i aksijalnom mešanju. To smanjuje potrebu korišćenja spoljnih izvora toplote, jer najveći deo energije za isparavanje rastvarača nastaje mešanjem reakcione smeše, a velika slobodna površina omogućuje uklanjanje velike količine para rastvarača malim gasnim brzinama, što znatno smanjuje trajanje devolatizacije.

Multinacionalna firma "GEA Jet Pumps" razvila je novo i efikasno rešenje za postizanje vakuumu pri preradi ABS i drugih stirenskih polimera. Industrija za preradu ovih polimera proizvodi veliki broj različitih tipova i kvaliteta proizvoda za razne proizvodne grane, uključujući motorna vozila, elektroniku i materijale za pakovanje. Ključni deo svakog procesnog postrojenja za ABS i druge stirenske polimere je ekstruder koji radi pod vakuumom. Međutim, karakteristike procesa su takve da je pri upotrebi standardnih vakuum-pumpi i parnih ejektora neophodno često čišćenje i održavanje, pošto dolazi do sakupljanja kamenca i nečistoća. Korišćenjem nove kombinacije ejektora i mlaznih kondenzatora, firma je razvila vakuum-sistem na koga ne utiču kamenac i nečistoće, te se postiže vakumiranje ekstrudera bez smetnji, u dugom vremenskom periodu. Dodatnu korist predstavlja smanjenje količine otpadne vode, pošto sistem radi sa zatvorenim kružnim tokom vode za hlađenje. Firma navodi da dva postrojenja ovog tipa već uspešno rade kod dobro poznatih prerađivača, a treće će biti uskoro pušteno u rad.

Američka firma "Leistritz" proizvodi pumpe sa pozitivnim potiskivanjem L4HK, koje primaju tečnost u pužnim komorama, koje se otvaraju i zatvaraju, i potiskuju je kroz izlazni otvor, sprečavajući pojavu povratnog pritiska u sistemu. Polimeri se mogu pumpati pod visokim pritiscima, temperaturama i protocima ne dodirujući rotirajuće delove. Pumpe pouzdano rade pod ovim uslovima usled izrade puža u jednom komadu, što svodi na minimum defleksiju osovine i sprečava nepotrebno habanje, koje potiče od dodira metal-metal. Karakteristike pumpe su: protoci do 500 l/s, diferencijalni pritisci do 80 bara i temperature do 220°.

Multinacionalna firma "Coperion", osnovana integriranjem firmi "Buss", "Waeschle" i "Werner & Pfleiderer", vodeći svetski isporučilac pouzdanih i ekonomski efikasnih kompozicionih tehnologija za polimernu, hemijsku i prehrambenu industriju, zaključila je ugovor sa firmom "Basell Orlen Polyolefins", zajedničkim preduzećem poljske firme "Orlen" i multinacionalne "Basell Polyolefins", najvećeg svetskog proizvođača PP, o izgradnji u Poljskoj najvećeg svetskog postrojenja za kompozicije i peletizaciju PP, kapaciteta 55-60 t/h. Glavni delovi postrojenja su: MEGA-kompauder sa dvojnim pužem i motorom od preko 14 MW, izabran radi smanjenja rizika od prevelikog smicanja različitih PP-tipova, automatski menjač sita i najveći podvodni uređaj za PP-peletizaciju sa intenzivno zagrevanim pločama; pri projektovanju vršeni su obimni testovi i proračuni energetske potrošnje. Sistem za kompozicije i peletizaciju omogućuje ekonomičnu proizvodnju različitih PP-tipova u širokoj oblasti viskoznosti, u čemu ima ključnu ulogu pogonski uređaj promenljive brzine za ekstruder, koji sadrži planetarni zupčasti uređaj Suprex za prenos snage i brzine jednobrzinskog na višebrzinski motor. Zahvaljujući tome, moguće su različite brzine procesnog puža, što omogućuje kompoziciju i peletizaciju, uz malu potrošnju energije i, istovremeno, veliku produktivnost.

UREĐAJI IZRAĐENI OD POLIMERNIH PROIZVODA

Američka firma "NewAge Industries" proizvodi cevi, čiji je unutrašnji deo izrađen od PTFE a spoljni ojačavajući pleteni omotač od nerđajućeg čelika, čime se smanjuje savijanje i štiti unutrašnja cev od mehaničkog oštećenja, namenjene za postupke velike čistoće, kao što su farmaceutski, biomedicinski, kozmetički i prehrambeni. Unutrašnja cev od PTFE se proizvodi sa glatkom unutrašnjom (unutrašnjeg prečnika 6-38 mm) za maksimalne brzine protoka ili spiralno uvijenom površinom radi veće fleksibilnosti (unutrašnji prečnik 13-50 mm). Cev sa omotačem može da se koristi za veće pritiske (od 70 do 230 bara u zavisnosti od konfiguracije) i temperature od -53° do 230°, a lako se sterilizuje u autoklavu, vodenom parom ili deterđentom.

Kanadska firma "Fabricated Plastics" proizvodi visoko-kvalitetne cevi za korozivne tečnosti, sa bežavnom unutrašnjom cevi od različitih polimernih proizvoda, uključujući

PVC, CPVC, PP, PVDF, FEP i druge, i spoljašnjom od polimera ojačanog vlaknima, otpornog na koroziju, sa trgovačkim nazivom Armourplastic. Cevi se proizvode prečnika do 240 mm, isporučuju sa prirubnicom ili prethodno izrađenom konstrukcijom i mogu se koristiti u širokoj oblasti uslova i temperature.

Američka firma "Corzan Industrial Systems" proizvodi cevi od CPVC, tipa 40 i 60, prečnika od 6,35 do 406 mm. Cevi su otporne na agresivne tečnosti koje izazivaju koroziju metala, uključujući antioksidanse, slabe i jake kiseline i baze i alifatična jedinjenja. Instalisanje se može izvesti cementom u rastvaraču, korišćenjem prirubnica ili navojnica.

Američka firma "Texloc" proizvodi savitljive cevi Texflon od fluorovane etilen-propilen smole /FEP/ namenjene za prenos fluida ili zaštitu električnih provodnika, koje omogućuju malo savijanje ne smanjujući unutrašnji prečnik cevi; nelepjiva površina od FEP obezbeđuje lako čišćenje, hemijsku otpornost i izvrsne dielektrične osobine. Proizvode se unutrašnjeg prečnika 6,35–57 mm, mogu se kontinualno koristiti do 93° i isporučuju različite dužine. Za kontinualan rad do 150° mogu se specijalno naručiti.

Američka firma "Charlotte Pipe and Foundry" proizvodi cevi i prirubnice tipa 40 i 80 od PVC, unutrašnjeg prečnika do 400 mm, i od CPVC, unutrašnjeg prečnika do 300 mm, kao i prirubnice standardnog oblika veličine do 300 mm.

Američka firma "George Fischer" proizvodi ventile sa dijafragmom tipa 315 i 319 izrađene od PVDF sa sekundarnim O–prstenom za radne temperature do 80°; tip 315 se proizvodi veličine 20–63 mm, a tip 319 veličine 20–110 mm.

Američka firma "Swagelok" proizvodi seriju patentiranih ventila izrađenih od ultra-čistih fluornih polimera sa dijafragmom od modifikovanog PTFE. Ventili su namenjeni za primene sa velikom čistoćom, kao što su sistemi za proizvodnju agresivnih hemikalija, hemijsko–mehaničkih suspenzija, kiselina i dejonizovane ultra-čiste vode. Poluloptasta šupljina ventila i jedinstveni oblik dijafragme olakšavaju čišćenje svih površina koje dolaze u dodir sa tečnošću.

Kompanija "DuPont Dow Elastomers" proizvodi novu grupu fluoroelastomera Kalrez Spectrum 7075 namenjenju za zaptivanje u dinamičkim uslovima na temperaturama do 327°, koji nadmašuje tip Kalrez 4079, u odnosu na najagresivnije hemikali-

je i visokotemperaturne radne uslove, što dovodi do veće trajnosti zaptivača i smanjenja troškova. U kombinaciji sa tipom Kalrez Spectrum 6375, koji predstavlja standardni hemijski otporan industrijski zaptivač za temperature do 275°, kompanija raspolaze grupom proizvoda za najteže procesne uslove.

Američka firma "Simrit" proizvodi grupu perfluorelastomera FFKM Simriz, namenjenih za primene za koje je neophodna hemijska i termička stabilnost, uključujući organske amine i vodenu paru. Sa stepenom fluorovanja od 72% FFKM ima nivo otpornosti sličan čistom PTFE sa nivoom od 76%, a istovremeno su elastični, te su posebno pogodni za primene gde je neophodna otpornost na agresivne hemikalije i potpuno zaptivanje. Simriz O–prestenovi i liveni oblici se proizvode od 9 različitih elastomera, od kojih je svaki proizveden za optimizaciju specifičnih potreba primene: velika hemijska otpornost, izvrsne mehaničke osobine (tvrdoća, jačina na naprezanje, širenje), otpornost na kompresiju i temperature do 320° i niskotemperaturna fleksibilnost na –20°.

Firma "PCI Membrane Systems" proizvodi module za membranske filtre sa snopom od PVDF cevi dužine 3,65 m, smeštete u kućište od nerđajućeg čelika, sa ukupnom nominalnom filtracionom površinom od 4,6 m², namenjenih za viskozne tečnosti sa velikim sadržajem čvrstih čestica; u pilot–probama uspešno su filtrirane tečnosti sa do 70% č.m. Prečnik cevi modula je 6,3 umesto uobičajenih 12,6 mm, te je modul kompaktniji i bolje izdržava visoke pritiske pri filtriranju gustih smeša. Za razliku od spiralnih filtara, kod kojih su neophodne komore za prihvatanje čvrstih čestica, cevne membrane se mnogo manje zapuštavaju u toku rada, a snop cevi se može čistiti na mestu korišćenja.

Firma "Porex" proizvodi mikroporozne PTFE–membrane, sa porama od ispod 1 do 50 μm, namenjenih za uređaje kao što su ventili, filtri, prepreke za elektrohemijsku difuziju i hromatografija. Membrane se proizvode debljine 50–3000 μm, te su pogodne za automatske uređaje, a proizvode se u obliku diskova, tabaka, cevi, rolni i štapova.

Nemačka firma "Infiltec" proizvodi membrane od polikarbonata Policon, koje su biološki inertne, imaju glatku površinu sličnu staklu i ne sadrže sastojke koji mogu da se ekstrahuju. Membrane se proizvode specijalnim postupkom, za dobijanje filtara sa porama istog oblika i veliči-

ne (0,01–18 μm), hemijski i mehanički otpornih na temperature do 140°, sa svim potrebnim prečnicima. Oblasti primene su analitika voda (neorganske soli) i čestica, mikroskopski i dijagnostički preparati, probni uzorci itd., a za specijalne primene proizvode se bez sredstava za kvašenje, crno obojene ili hidrofobne.

Američka firma "United Filtration Systems" proizvodi porozne PTFE–membrane smeštene u disk od sinterovanog nerđajućeg čelika, koje se koriste za ispitivanje uzoraka. Po unošenju vlažnih uzoraka, membrana propušta samo molekule gasa ili pare, dok zadržava svu tečnost i usmerava je na otvor za ceđenje, koji se može koristiti i kao by–pass za glavni tok. Za servisiranje membranskog diska nije potreban prekid spojeva.

Američka firma "George Fischer" proizvodi fleksibilne izmenjivače toplote Calorplast, potpuno izrađene od polimernih materijala, koji se sastoje od snopa cevi sa pokretnim elementima za prenos toplote povezanog za jedan kraj kućišta za napojni i povratni tok. Ova konfiguracija omogućuje slobodno kretanje cevi unutar kućišta, što sprečava začepljivanje ili taloženje čvrstog materijala na zidovima cevi, a glatke polimerne cevi takođe svode potencijalno taloženje na minimum. Izmenjivači se proizvode od PP ili PVDF i koriste za pritiske do 16 bara i temperature od 20°.

Američka firma "PolyOne Center" proizvodi izmenjivače toplote od Thermo–Tech materijala, koji kombinuju termičku provodljivost metala sa projektnim, težinskim i ekonomskim prednostima polimernih materijala, a provode toplotu skoro 100 puta brže od standardnih polimera. Pošto neki metali imaju veću termičku provodljivost od potrebne, njihova efikasnost može se ograničiti konvekcijom hlađenjem, a radi veće efikasnosti sastav materijala se podešava da što više odgovara brzini konvekcije.

Američka firma "Edlon" proizvodi bezbedan i čist statički mešač od čistog PTFE smeštenog u kućište od čistog PFA za mešanje vrlo čistih hemikalija. Mešač je izrađen od helikoidnih elemenata koji pravac kretanja tečnosti upravljaju od zida, a naizmeničnom kombinacijom elemenata sa desnim i levim skretanjem postiže se raspodela toka i radialno mešanje. Mešač je pogodan za sve kombinacije gasova, tečnosti i čvrstih materijala.

RECIKLOVANJE POLIMERNIH MATERIJALA

Većina industrijski razvijenih zemalja prinuđena je da recikluje ili regeneriše znatan deo svog polimernog otpada. U EU, prema podacima Udruženja proizvođača polimernih proizvoda, 2002. je reciklovano 38% polimernog otpada ili oko 7,7 Mt. Oko 65% reciklovanog otpada korišćeno je za rekuperaciju energije ili dobijanja polaznih monomera radi ponovnog korišćenja kao sirovine. Direktiva o deponijama EU, doneta 1999. obavezuje države članice da progresivno do 2010. smanje na 35% količine izbačene na deponiju 1995. U Nemačkoj, u kojoj je reciklovanje otpada najveće u EU, propis o pakovanju određuje sakupljanje 60% količine otpada izbačenog u kontejnere i materijala za pakovanje, i mehaničko reciklovanje 60% sakupljenog otpada; ovaj propis je najpogodniji za relativno čist plastični otpad, npr. PET-boce.

U Japanu je 2000. donet Zakon o unapređenju sortiranog sakupljanja i reciklovanja otpada iz kontejnera i polimernog materijala za pakovanje i postignuti su još bolji rezultati nego u EU. Od oko 10,2 Mt plastičnog otpada u 2001. reciklovano je 52% ili 5,3 Mt, od čega je 20% korišćeno kao energetsko gorivo, 13% za zagrevanje peći za spaljivanje otpada, 3% kao čvrsto gorivo i 2% kao hemijska sirovina. Predviđa se da će se korišćenje reciklovanog polimernog otpada kao hemijske sirovine znatno povećati, jer je poslednjih godina više japanskih firmi objavilo planove za izgradnju novih postrojenja za reciklovanje.

Firma "Recycletec" razvila je novi postupak za reciklovanje polistirena (PST) za koga se navodi da ima iste osobine kao novoprodukcioni PST. Firma nudi licencu za proces i procenjuje da bi u Japanu pri proizvodnji od 3000 t/god, bez troškova za polimerni otpad i lokaciju postrojenja, cena reciklovanog proizvoda iznosila 43% cene novo proizvedenog. U postupku se otpadni PST drobi, pneumatski odvaja od teških nečistoća i rastvara u toluenu ili etilbenzenu na oko 75°. Rastvor se filtruje radi uklanjanja nečistoća i potom injektuje kroz igličaste ventile u višecevni izmenjivač toplote sa omotačem. Cevi izmenjivača su pod vakuumom, svaka sadrži pužnu traku radi boljeg prenosa toplote. Rastvor se zagreje na 200–300° za manje od 1 min. i ubacuje u vakuum-degasifikator, u kome se polimer odvaja od rastvarača na 1–15 tora; rastvarač se recikluje, a polimer pumpa sa dna

suda kroz ekstruzionu matricu i hladi. Firma navodi da brzo zagrevanje i hlađenje predstavljaju osnovu za dobijanje visokokvalitetnog polimera, dok se on, uobičajenim metodama reciklovanja, razlaže pri suviše dugom zagrevanju.

Firma "Victor", u saradnji sa japanskim Nacionalnim institutom za naprednu industrijsku tehnologiju i Centrom za čist Japan, razvila je postupak rekuperacije vrlo čistog bisfenola A iz otpadnih optičkih diskova (kao CD, CD-ROM i DVD). U postupku se polikarbonatna smola (PC) razlaže na oko 200° u atmosferi azota na pritisku od ispod 20 bara, koristeći kao katalizator rastvor natrijum-karbonata u cikloheksanolu. Posle 60 min rekuperiše se iz oko 78 mas.% PC kao sirovi bisfenol A, sa malim količinama drugih fenola. Dobijeni bisfenol A se prečišćava do 99,9% čistoće četvorostupnom destilacijom: u 1. stupnju se uklanja rastvarač, u 2. fenoli niske temperature ključanja, u 3. organski karbonati i u 4. se bisfenol A odvaja od teških ostataka. Reakcija je izvedena u laboratorijskom autoklavu, a centar simulacijom predviđa da se može postići prinos 80% bisfenola A čistoće 99,9%. Kooperanti sada ispituju mogućnost da se sirovi bisfenol A prečišćava u jednom postojećem proizvodnom postrojenju.

Firma "Teijin" razvila je savremenu tehnologiju za rekuperaciju dimetil-tereftalata (DMT) i etilen-glikola (EG), sirovina za polietilentereftalat (PET) iz korišćenih boca i drugog PET-otpada. Od 2002. firma uspešno industrijski prerađuje 30 kt/god otpadnog PET, što približno odgovara 1 mlrd PET-boca od 500 ml. U prvom stupnju postupka, otpadne boce se melju i peru i potom rastvaraju u EG radi depolimerizacije u bis-hidroksietilen-tereftalat (BHET) na temperaturi ključanja EG i pritisku od 1 bara. Potom se filtrovanjem uklanjaju prljavština i aditivi, pa BHET reaguje sa metanolom, na tački ključanja metanola, i estarskom izmenom dobijaju DMT i EG. Posle drugog stupnja filtriranja DMT, EG i metanol se rekuperišu destilacijom, metanol recikluje, DMT prečišćava rekristalizacijom, a EG ponovnom destilacijom. Dobijeni DMT i EG su čistoće 99,99%, što je uporedivo sa čistoćom petrohemijski dobijenih proizvoda, te se iz DMT može dobiti rafinisana tereftalna kiselina, za proizvodnju PET kvaliteta za boce. Firma navodi da su, u poređenju sa petrohemijskom proizvodnjom, ukupni troškovi reciklovanja uporedivi; za proizvodnju ili rekuperaciju čistog DMT troši se 30% manje energije, a

emisije CO₂ se smanjuju za 20%. Firma povećava kapacitet svog postrojenja za reciklovanje na 60 kt/god, i gradi novo za dobijanje prečišćene tereftalne kiseline iz reciklovanog DMT, čime doslovno postiže reciklovanje i proizvodnju "od boce za bocu".

Firma "PET Ribirth" razvila je postupak u kome se PET-boce melju, mešaju sa EG i pogodnim katalizatorom i depolimerizuju na 200–220° do čistoće BHET od 98,4% koji bi se koristio kao intermedijar za sintezu 27.000 t/god PET.

Firma "Tsukishima Kikai" razvila je postupak u kome otpadne PET-ljuspice reaguju sa rastvorom natrijum-karbonata u EG na 170–185°, pod pritiskom od 1 bara, i PET depolimerizuje u EG i TPA; dobija se 8.000 t/god kristala TPA čistoće 99,9%.

Firma "Showa Denko" vrši gasifikaciju 64.000 t/god otpadnih polimernih proizvoda radi dobijanja vodonika koji se koristi kao sirovina za sintezu 58.000 t/god amonijaka; postrojenje predstavlja prvu industrijsku primenu EUP-tehnologije za dvostepenu gasifikaciju pod pritiskom razvijene i licencirane od japanskih firmi "Ube Industries" i "Ebara".

Firma "Kobe Steel", u saradnji sa univerzitetom Riken i Waseda iz Tokija, razvila je novi postupak za selektivno uklanjanje hlora iz PVC-a u mešanom polimernom otpadu. To omogućuje korišćenje ovog otpada kao zamene koksa za visoke peći, ne izazivajući štete usled korozije njihovih keramičkih obloga. U postupku se na polimerni otpad deluje mikrotalasnim zracima (2,45 GHz) koje PVC selektivno adsorbuje i zagreva se na 300°, što dovodi do izdavanja hlora kao HCl; sonda kiselina se dobija u skruBERU sa vodom i može se ponovo koristiti ili neutralisati krečom. Zračenje oko 10 min mikrotalasnim zracima snage 1,2 kW je dovoljno za izdvajanje 90% hlora iz PVC-a, te polimerni otpad sadrži ispod 0,5 mas.% hlora, što je granična vrednost za visoke peći. Normalno se PVC-otpad mora spaljivati na preko 1000° da bi se izdvojio hlor i ne bi došlo do stvaranja dioksina; za ovaj postupak potrebna je industrijska oprema znatne veličine. Firma predviđa razvoj kontinualnog postupka u toku sledećih 5 godina.

Firma "JFE" ubacuje otpadna polimerna zrna direktno u visoku peć kao redukcionu agens i gorivo umesto koksa. Prvobitno korišćenje 30 kt/god polimernih zrna u 1966. povećano je na 150 kt/god u 2 postrojenja.

Firma "Nippon Steel" troši oko 120 kt/god otpadnih polimernih materijala u svoja 4 postrojenja za proizvodnju koksa, što predstavlja oko 2% ukupne količine sirovina za visoke peći.

SAD su jedna od malo industrijski razvijenih zemalja, koja dozvoljava izbacivanje najvećeg dela polimernog otpada na deponije, pošto ekonomičnost reciklovanja predstavlja veliku prepreku korišćenju, naročito reciklovanju sirovina tj. onom kojim se menja sastav polimera. Reciklovanje vrlo teško konkuriše relativno malim troškovima izbacivanja na deponije, a druga prepreka primene je da firme koje razvijaju i propagiraju reciklovanje polimera ne vode dovoljno računa o potrebnom kvalitetu sirovina, tržišnoj vrednosti dobijenih proizvoda i preprekama za dobijanje potrebnih dozvola. Ovo verovatno objašnjava razliku između broja postupaka koji su prošli fazu pilot-postrojenja i onih u pripremi za industrijsku proizvodnju. Ne uzimajući u obzir ekonomičnost, u SAD nema inicijative za reciklovanje polimera, jer odgovarajući propisi nisu strogi ili ne postoje, i tek u novije vreme neke opštine usled budžetskog deficita, uključujući New-York, pokušavaju da izmene postojeće propise i ograničenja. Savet za polimere SAD ne isključuje kontinualnu ocenu tehnologija reciklovanja za neke otpadne polimere u saradnji sa vladom i potrošačima. Druge varijante ovih tehnologija su i dalje interesantne za nepolimerne materijale, npr. životinjski otpad. Tako npr. uskoro treba da se pusti u rad postrojenje za preradu živinskog otpada u lako lož-ulje, slično onom za zagrevanje kuća, i navodi se da je energetska efikasnost postupka 85%, te je ekonomičniji nego za reciklovanje polimera. Iako se smatra da će se ovaj postupak možda koristiti za polimerne materijale, ali ne i za rekuperaciju polaznih sirovina za koje je u SAD teško predvideti uspeh na realnom tržištu, u bliskoj i srednjoročnoj budućnosti.

Kao konkretan primer može se navesti firma "Eastman Chemical", koja je 1999. razvila postupak u kome se ljuspice PET rastvaraju i depolimerizuju u monomere, koji mogu da zamene sveže sirovine za proizvodnju PET. Postupak je ispitan u pilot-postrojenju, ali je firma odlučila da ga ne koristi u industrijskom obimu usled nedovoljne ekonomičnosti, već razmatra davanje licence preduzećima koja više reciklovanje dovoljno velikih količina, što bi opravdalo primenu njene tehnologije.

Primer termičke depolimerizacije različitog jeftinog otpada (polimerni materijali, pneumatici, kanalizacioni mulj, hartija, poljoprivredni i životinjski otpad) je plan američke firme "Changing World Technologies" (CWT) da pusti u rad industrijsko postrojenje za dobijanje čiste energije.

Investicije za postrojenje kapaciteta prerade otpada od 200 t/dan iznose 20 mil. dolara, a ono treba da proizvodi 80 t/dan tečnog goriva bez katrana i asfaltena, kao i čist gas za sagorevanje, laku organsku tečnost i čvrste proizvode, koji se mogu prodati radi korišćenja kao gorivo ili đubrivo. Dok se u drugim depolimerizacionim procesima najpre skupljim postupkom uklanja voda, u CWT-postupku najpre se organski otpad melje radi dobijanja vodene suspenzije. Usled toga, koriste se niže temperature i pritisci, pošto voda ne samo efikasnije prenosi toplotu, već daje i izvesnu količinu vodonika potrebnog u sledećim reakcionim stupnjevima. Suspenzija se zagreva pod pritiskom od oko 40 bara na 250–350° u autoklavu i, pod tim uslovima, se veliki organski molekuli razlažu u karboksilne kiseline (masne i amino kiseline, ugljeni hidrati). Potom se suspenzija brzo zagreva na niskom pritisku, čime se čvrsti sastojci odvajaju od isparljivih hemijskih proizvoda i uklanja oko 90% vode. Tečni ugljovodonici se zagrevaju do oko 500°, čime se uklanja zaostala vlaga, odvajaju karboksilna grupa masnih kiselina i zaostali dugolančasti prevode u lake ugljovodonike. Dobijeni gorivi gas srednje toplotne moći se koristi za male gasne turbine, postavljene blizu postrojenja, radi proizvodnje električne energije. Tečno gorivo, slično smeši po 50% lož-ulja i benzina, može se koristiti za dobijanje proizvoda veće vrednosti, npr. lakog benzina ili kerozina. CWT navodi da će cena proizvedenog ulja u početku iznositi 0,1 dolara/kg, a očekuje da će se smanjiti za 30% u toku sledećih nekoliko godina.

BIODEGRADABILNI POLIMER IZ PREHRAMBENOG OTPADA

Japanska firma "Ebara", na čelu konzorcijuma sa 5 drugih firmi, radi na razvoju procesa proizvodnje L-mlečne kiseline iz glukoze, dobijene iz otpada prehrambene industrije. Cilj projekta je konverzija otpada u monomer, koji se koristi za biorazgradivi polimer poli-L-mlečnu kiselinu, kao i razvoj procesa konkurentnog postojećem za dobijanje ovog polimera polazeći od kukuruza. U postupku se glukoza rekuperiše iz otpada prehrambene industrije ili ishrane saharizacijom na oko 40–60° korišćenjem enzima amilaze, pa se fermentuje dodatkom L-lactobacilli, bakterija propionske kiseline i male količine amonijaka pod anaerobnim uslovima; bakterije propionske kiseline uklanjaju izomernu D-mlečnu kiselinu, koja je nepoželjna za dobijanje polimera L-mlečne kiseline. Posle fermentacije, bakterije se uklanjaju ultrafiltracijom, a filtrat koncentriše vakuumdestilacijom. Sirova L-mlečna kiselina se meša sa butanolom, amonijak uklanja destilacijom, pa se esterifiku-

je u butil-L-laktat. Čist estar se rekuperiše destilacijom, hidrolizuje u čist butanol i L-mlečnu kiselinu, a krajnjom destilacijom dobija 90%-ni vodeni rastvor kiseline koji se može direktno koristiti za polimerizaciju. Predviđa se da će se novim procesom iz 1000 kg prehrambenog otpada dobiti oko 88 kg čiste L-mlečne kiseline, a konzorcijum planira izgradnju probnog postrojenja za preradu 1000 kg/dan otpada.

BIOCID ZA GUMU

Bakterije i gljive napadaju gumene proizvode, kao što su zaptivači, O-prstenovi, dijafragme i cevi, jer njihov hemijski sastav koriste kao hranjivi sastojak za rast mikroba. Radi smanjenja ili sprečavanja ove pojave, proizvođači obično sa kaučukom mešaju antimikrobne aditive, ali se ove hemikalije izlučuju, te neki delovi ostaju nezaštićeni i vremenom pogoršavaju svoje osobine. Sektor za specijalne elastomere američke firme "Milliken Chemical" razvio je novi biocid, nazvan Antimicrobial Alphasan, radi korišćenja kao antimikrobnog sastojka kaučuka. Jonoizmenjivačka smola, koja sadrži jone Ag, Na, Zr i Na prodire u sve delove kaučuka, ne luči se i termički je stabilna do temperature od 800°, za razliku od uobičajenih biocida koji se razlažu na 250°. Biocid deluje tako da lagano izdvaja jone Ag, koji su dobro poznati kao bezopasni biocid, a ove zamenjuju drugi katjoni.

ANTIBAKTERIJSKI SLOJ KOPOLIMERA

Japanska firma "Ulvac" razvila je postupak nanošenja poliimidnog sloja od 1–2 μm sa antibakterijskim osobinama. Normalno, antimikrobne prevlake se vrše dodatkom biocida polimeru, ali one ne zadržavaju duže vreme svoje antibakterijsko dejstvo i teško je naneti homogeni, tanki sloj na površinu proizvoda kompleksnog oblika. Novim postupkom ovi problemi se rešavaju kopolimerizacijom naneđenih para 3,5-diamino-benzoeve kiseline i piromelitinskog anhidrida. Dva monomera, sa molarnim odnosom oko 1:1, unose se u vakuumkomoru uređaja za polimerizaciju taloženjem para, koji je razvila firma pod nazivom VEP-3000, u kome se nalazi deg koji se oblaže na oko 200° i 10⁻⁹ tora. Homogeni sloj poliimidnog kopolimera stvara se brzinom od oko 1 μm/h, čak i u porama keramičkih materijala. Posle 24 h poliimidna prevlaka pokazuje vrlo veliko smanjenje bakterijske aktivnosti raznih rasprostranjenih mikroba, a firma planira prodaju uređaja i licenciranje postupka zainteresovanim firmama. Potencijalne primene uključuju prevlake medicinskih instrumenata, keramičkih ili sinterovanih-metalnih filtara i konstrukcionih materijala.