

**IZGRADNJA HEMIJSKE INDUSTRIJE U EVROPI**

Francuska firma "Rhodia" pustila je 2001. u rad u Nemačkoj, po svom procesu, postrojenje za p-hidroksibenzoevu kiselinu velike čistoće, koja se koristi za proizvodnju tečno-kristalnih polimera za elektronsku i auto-industriju. Firma takođe ulaže 2 mil. evra u povećanje kapaciteta svog postrojenja za ciklopentanon u Francuskoj za 40%; proizvod se koristi kao intermedijar za mnoge parfeme i, sve više, kao rastvarač u elektronskoj industriji.

Holandska firma "Akzo Nobel" ulaže 4 mil. evra u povećanje proizvodnje bezkalajnih smola u V. Britaniji, koje koristi za proizvodnju zaštitnih premaznih sredstava za morske brodove. Firma takođe ulaže oko 17,5 mil. evra za povećanja kapaciteta reaktora u svom biofarmaceutskom postrojenju u Holandiji, koje treba delimično da se koristi i za potrebe otkupljenih firmi u SAD.

BASF je u svom proizvodnom kompleksu u Ludwigshafenu povećao kapacitet za hidroksilamin za 1300 t/god, a gradi postrojenje za metansulfonsku kiselinu, koje treba da se završi početkom 2003; ova kiselina, čija se potrošnja povećava, uglavnom se koristi za elektrolitičko platiniranje metala.

Britanska firma "Bradford Particle Design", koja pripada američkoj farmaceutskoj firmi "Inhale", ulaže više miliona evra u relokaciju i 10-struko povećanje kapaciteta svog postrojenja za proizvodnju malih, skoro identičnih, visokokvalitetnih kapsula za primenu u medicini; postupak je zasnovan na primeni superkritičnih fluida i omogućuje bržu i efikasniju proizvodnju lekova.

Britanska firma BOC pustila je u rad najveće postrojenje za proizvodnju vodonika u Engleskoj kapaciteta 32 kt/god za koje je investicija iznosila oko 50 mil. evra; vrlo čist vodonik koristeći američka firma "Huntsman" za proizvodnju PU.

Firma "Radici Chimica Deutschland" izgradila je postrojenja za po 80 kt/god adipinske i azotne kiseline; investicija je iznosila oko 170 mil. evra.

Britanska firma BP izgradila je u Engleskoj najveće svetsko postrojenje za etilacetat; za proizvodnju se koristi postupak BP Avada, kojim se etilacetat dobija direktno iz etilena i sirćetne kiseline.

Firma "Resolution Performance Products", koju je jedna investiciona firma osnovala 2000. otkupom "Shell"-ovog poslovanja sa epoksi-smolama, pustila je u rad u Holandiji postrojenje za 20 kt/god glicidil-estara; proizvodi se koriste kao hidrofo-

bni intermedijari za akrilne i poliestarske smole radi povećanja hemijske otpornosti industrijskih premaznih sredstava.

Američka firma "Eastman" povećala je kapacitet svog postrojenja za PET u Holandiji od 140 na 160 kt/god, a "DuPont" svog postrojenja u V. Britaniji od 120 na 150 kt/god.

Švajcarska firma "Ciba" izgradila je u Nemačkoj postrojenje za proizvodnju svetlosnih stabilizatora za zaštitu polimernih proizvoda namenjenih spoljnoj primeni; investicija od 6,6 je deo ukupne od 47 mil. evra za globalno povećanje proizvodnog kapaciteta ovih proizvoda.

Italijanska firma "Hovione", proizvođač farmaceutskih aktivnih sastojaka, izgradila je postrojenje od 220 m<sup>3</sup> za proizvodnju kortikosteroida u svom industrijskom kompleksu u Portugaliji; firma takođe gradi postrojenje za visoko-aktivne i citotoksične supstance.

**PROIZVODNJA I POTROŠNJA HLORA U Z.EVROPI**

U Z. Evropi se za period 1999-2005. predviđa prosečno godišnje povećanje potrošnje hlora od 1,1%, te bi se ukupna potrošnja od oko 9,2 povećala na oko 10 Mt/god. U proizvodnji učestvuju više velikih proizvođača čiji su kapaciteti 2000. iznosili (uključujući samo one sa preko 500 kt/god):

	Broj postrojenja	Mt/god
Dow Chemical (Nemačka)	2	1,49
Ineos Chlor (V. Britanija)	3	1,06
Atofine (Francuska)	4	0,95
Solvay (Belgija)	2	0,89
Bayer (Nemačka)	3	0,83
Akzo Nobel (Holandija)	3	0,59
Enichem (Italija)	3	0,56
Solvim (Belgija)	2	0,53

Kao što je poznato, hlor i ko-proizvod natrijum-hidroksid se industrijski proizvode elektrolizom rastvora NaCl korišćenjem ćelija sa živom, dijafragmom ili membranom. Najstarije i najviše korišćene su živine ćelije koje proizvode jeftinije od drugih, ukoliko je cena električne energije niska, ali se živa, zbog svoje otrovnosti, mora ukloniti iz efuenta. Prestankom rada nekih postrojenja sa živinim i prelaskom na druge ćelije, emisija žive je u toku poslednjih 25 godina smanjena za 96%, a učešće postupka sa ovim ćelijama od 65% (1999) na 54,5% (2000), što znači da je u Z. Evropi sa njima 2000. proizvedeno 5 Mt. Postoji ekološki pritisak da do 2010. potpuno presta-

ne korišćenje živinih ćelija, ali udruženje Eurochlor, koji predstavlja zapadno-evropske proizvođače hlora, smatra ovaj predlog preteranim, jer će mnoga postrojenja sa živinim ćelijama kraj svog ekonomičnog korišćenja dostići tek više godina posle 2010. Ćelije sa dijafragmom učestvovala su 2000. u zapadno-evropskoj proizvodnji hlora sa oko 32%, ali troše mnogo toplotne energije za koncentrisanje kaustičnog rastvora, te mogu da budu jeftinije od živinih ako su troškovi korišćenja vodene pare mali. Upotreba membranskih ćelija povećana je od 11% (1995) na 22% (2000), mogu da rade sa rastvorima različite gustine, a maksimalnu proizvodnju ostvaruju pri niskim cenama električne energije. Do promene ukupnog kapaciteta i učešća tipova ćelija može doći prestankom rada postrojenja i prelaskom na korišćenje membranskih ćelija. Tako u Nemačkoj "Bayer" predviđa konverziju svojih postrojenja na membranske ćelije od 300 kt/god u Leverkusen-u do kraja 2001, 170 kt/god u Knapsack-u do 2004; "Dow" gradi postrojenje od 200 kt/god sa membranskim ćelijama u Stade koje treba da se završi 2002, a "Vintron" od 100 kt/god u Knapsacku. Nasuprot tome, "Ineos Chlor" zatvorio je u V. Britaniji postrojenje sa dijafragmom i membranom od po 20 kt/god, a predviđa 2002. i zatvaranje postrojenja sa membranskim ćelijama od 170 kt/god; "Akzo Nobel" predviđa zatvaranje postrojenja u Holandiji od 140 kt/god.

Kao ni za ukupnu potrošnju, ne predviđaju se veće promene u učešću u ukupnoj potrošnji pojedinih proizvoda, za koja se koristi hlor. Najveći potrošači su PVC i druga vinilna jedinjenja sa očekivanim prosečnim godišnjim porastom od 0,3% i učešćem od oko 35%, zatim razna organska jedinjenja sa porastom 2% i učešćem od oko 30%, hlorovani intermedijari (u kojima se hlor ne javlja u krajnjem proizvodu npr. fozgen) sa porastom od 1,3% i učešćem oko 11%, tretman vode sa porastom od 0,8% i učešćem ispod 1% i razni drugi proizvodi (farmaceutski, agrikulturni, kaučuk, celuloza i hartija) sa porastom od 0,3% i učešćem oko 25%.

**KAZNE EU ZA VITAMINSKE KARTELE**

Kao što je objavljeno (HI 2000, br. 6) američko Ministarstvo pravde kaznilo je 1999. švajcarsku firmu "Hoffman-La Roche" sa 500 i nemačku BASF sa 225 mil. dolara zbog stvaranja vitaminskih kartela, dok francuska firma "Rhône-Poulenc", koja je priznala svoje učešće u kartelima, nije kažnjena zbog davanja ključnih informacija u istrazi. Potom

je Evropska komisija sprovela svoju istragu i otkrila da je 13 firmi, proizvođača vitamina, u periodu 1989–1999. učestvovalo u stvaranju 8 kartela sa namerom podele tržišta, određivanja prodajne kvote, fiksiranja cena i eliminisanja konkurencije. Komisija je zaključila da je ovo najštetnija grupa kartela koja je do sada istraživana, usled primene vitamina u mnogim proizvodima od biskvita i osvežavajućih napitaka do životinjske hrane, farmaceutskih i kozmetičkih proizvoda. Posle sprovedene istrage Komisija je kaznila 8 firmi sa ukupno 755 mil.evra, različitim kaznama s obzirom na njihovu ulogu i učešće u raznim kartelima. Firma "Hoffman-La Roche", najveći svetski proizvođač vitamina, kažnjena je sa najvećom sumom od 462 mil.evra sa obrazloženjem da je ona bila glavni pokretač uspostavljanja, učesnik u svih 8 kartela, najveći dobitnik i predstavnik evropskih proizvođača u Japanu i na Dalekom Istoku. Druga najveća kazna od 296 mil.evra određena je za BASF, drugog najvećeg svetskog proizvođača, sa obrazloženjem da je zajedno sa "Roche"-om stvarao koncepciju i planiranje sporazuma sa japanskim proizvođačima i takođe učestvovao u svih 8 kartela. Kazne za 6 firmi koje su učestvovala samo u manjem broju kartela iznose: "Aventis" (Francuska) 5, "Solvay Pharmaceuticals" (Belgija) 9,1, "Merck" (Nemačka) 9,24 i 3 japanske: "Daiichi Pharmaceutical" 23,4, "Eisai" 13,2 i "Takeda Chemical Industry" 37 mil.evra. Francuska firma "Aventis" (ranije "Rhône-Poulenc") nije kažnjena za učešće u kartelima za vitamine A i E, jer je bila prva koja je saradivala sa Komisijom i dala ključne informacije, ali je kažnjena za pasivno učešće u kartelu za vitamin D, za koji nije dala informaciju Komisiji. Ostale od 13 firmi "Lonza" (Švajcarska), "Kongo Chemical" i japanske "Sumitomo Chemical", "Sumira Fine Chemicals" i "Tanabe Seiyaki" nisu kažnjene, jer su iz onih kartela, u kojima su učestvovala, istupile 5 i više godina pre nego što je Komisija počela istragu.

"Roche" i BASF su u toku istrage saradivali sa Komisijom davanjem informacija o kartelima, te su prvobitne kazne smanjene za 50%. Po izricanju kazni BASF je dao izjavu da je smatra "neodgovarajuće visokom" a, kao i "Roche", još nije odlučio o žalbi.

## PRESTRUKTURISANJE U HEMIJSKOJ INDUSTRIJI

Britanska naftno-hemijska kompanija BP predviđa za nekoliko sledećih godina ulaganje oko 13,5 mlrd.evra. Sa "Bayerom" je 2001. ugovoren otkup 50% njenog vlasništva u zajedničkom petrohemijskom preduzeću "Erdölchemie" čija se lokacija u blizini Kelna dobro uklapa u postrojenja za petrohemijske derivate BP-a u Nemačkoj i Belgiji. Sa nemačkom energetsom kompanijom

"Eon" ugovoren je otkup 51% vlasništva u firmi "Vebe Oel" čime će BP postati najveći nemački prodavac goriva; prodaju je odobrila nemačka antitrustna agencija. "Vebe Oel" ima u Nemačkoj 1 rafineriju nafte i učešće u vlasništvu 4 druge, i proizvodnju petrohemijske, uključujući kapacitet za etilen od 1,3 Mt/god. Otkup je deo transakcije od više mlrd.evra, koja obuhvata i "Eonovo" preuzimanje rafinerije "BP Gelsenberg", u kojoj BP ima vlasničko učešće od 51%, a koja ima 25,5% učešća u firmi "Ruhrgas", vodećem nemačkom distributeru gasa. U toku ove transakcije, počće pregovori učesnika o drugoj fazi posla, u kojoj se predviđa transfer BP-u ostalih akcija "Eona" u "Vebe Oel". Od firme "Lubrizol" BP predviđa otkup postupka za proizvodnju i uređaja za mešanje aditiva za dizel, da bi ostvario proizvodnju novog dizela sa malom emisijom zagađivača Aspira. Tehnologija PuriNOx "Lubrizola" omogućuje emulziju vode u dizelu, što smanjuje emisiju NOx i čvrstih čestica koje obrazuju smog.

BP prestaje sa proizvodnjom ftalnog anhidrida i ftalnih plastifikatora i 2001. zatvorio je svoje postrojenje u V.Britaniji. Kao deo ovog plana, BP je prodao poslovanje sa linearnim ftalatima švajcarskoj firmi "Lonza", koja će ih, po zatvaranju postrojenja u V.Britaniji, proizvoditi u svom postrojenju u Italiji. Firms "Ineos Oxide", iz kompanije "Ineos", BP je prodao svoje evropsko poslovanje sa butil- i izopropil-acetatom, uključujući proizvodno postrojenje u Amsterdamu u kojem je od 1995. "Ineos" vodio proizvodnju za BP, i licence za neke postupke proizvodnje acetata. Ova odluka je doneta posle puštanja u rad novog postrojenja za etilacetat u Hullu (Engleska) po postupku BP-a Aveda, a na istoj lokaciji ugovorena je sa japanskom firmom "Nippon Goshai" izgradnja postrojenja za proizvodnju 15 kt/god Soarnola, etilen-vinil-alkohol kopolimera (EVOH); izgradnja za koje investicije iznose 95 mil.evra, treba da se završi 2003. a radom postrojenja će upravljati japanska firma.

"DuPont" je britanskoj farmaceutskoj firmi "Bristol-Myers Squibb" prodao svoju firmu "DuPont Pharmaceuticals" koja je 2000. imala promet od 1,5 mlrd.dolara i kupcu će doneti značajnu adicijonu vrednost. "Bristol-Myers Squibb" vrši reorganizaciju radi usmeravanja na osnovne farmaceutske proizvode i, skoro istovremeno, prodao je američkoj firmi "Proctor & Gamble" svoju firmu "Clairol" najvećeg svetskog proizvođača boja i sredstava za negu kose sa prometom od 1,6 mlrd.dolara. "Bristol" smatra da ova prodaja predstavlja značajan korak u ispunjenju strategije svog razvoja, čiju realizaciju predviđa daljim otkupima, osnivanjem zajedničkih preduzeća, uzimanjem licenci i sopstvenim intenzivnim i pro-

duktivnim razvojnim istraživanjima. S druge strane, otkupom "Clairola" "Proctor & Gamble" proširuje svoj profitabilni i brzo rastući ključni sektor boja za kosu. U okviru velike reorganizacije svog hemijskog sektora, "DuPont" predviđa odvajanje poslovanja sa sintetičkim vlaknima u posebnu firmu "DuPont Textiles & Interiors" i podelu ostalog poslovanja na 5 odvojenih delova ili proizvoda sa održivim rastom: elektronske i komunikacione tehnologije, strukturni materijali, tehnologije premaza i boja, bezbednost i zaštita na radu i poljoprivreda i ishrana. Ovih 5 grupa biće više usmerene na tržište i tehnologiju, što će omogućiti bržu realizaciju i povećanje prihoda.

BASF predviđa u toku sledećih 10 godina ulaganje 700 mil.evra u biotehnologiju biljaka, kao deo strategije njegove firme "BASF Plant Science" da kupcima nudi proizvode sa jasno identifikovanim prednostima. U želji da iskoristi mogućnosti biotehnologije, usmeriće se na 2 oblasti: biokatalizu i biotehnologiju biljaka. U oblasti biokatalize radiće se na proizvodnji finih hemikalija, uključujući farmaceutske i agrohemijske intermedijare, amino-kiseline i vitamine. Kao deo programa investicija od 600 mil.evra za povećanje proizvodnje vitamina, povećava se kapacitet za proizvodnju vitamina B<sub>2</sub> u J.Koreji od 1000 na 3000 t/god koji treba da se završi 2003. Proizvodnja će biti zasnovana na biokatalitičkom procesu sa glijivom *Ashbya gossypii* čijim istraživanjem je produktivnost povećana za 20%; svetska potrošnja vitamina B<sub>2</sub> povećava se za 4% godišnje. Nezavisno od toga, BASF je od nemačke firme HTE, sa kojom saraduje na istraživanju katalizatora, naručio integrisanu, vrlo produktivnu eksperimentalnu stanicu sa automatskim test-sistemom, koja može da se koristi za otkrivanje, povećanje efikasnosti istraživanja i optimizaciju heterogenih katalizatora.

Norveška firma "Norsk Hydro" otkupila je od nemačke energetske kompanije "Eon" njenu fabriku "VAW Aluminium", vodećeg proizvođača aluminijuma u Nemačkoj, koja ima proizvodna postrojenja u 20 zemalja i ostvaruje godišnji promet od 3,7 mlrd.evra. Norveška firma planira da "RAW Aluminium" spoji sa svojom firmom "Hydro Light Metals" u novu "Hydro Aluminium" koja će biti vodeća u Evropi sa 30.000 zaposlenih i svetskim godišnjim prometom od oko 10 mlrd.evra. Nezavisno od toga "Norsk Hydro" predviđa prodaju belgijskoj firmi "Oleon" svoje firme "Hydro Oleochemicals", koja ima kapacitet za proizvodnju 40 kt/god masnih kiselina i njihovih derivata za kozmetičku industriju. Ova prodaja je jedan od poslednjih projekata restrukturisanja "Norsk Hydro" i predviđa se da se završi do kraja 2001.

## DME KAO NOVI IZVOR ČISTE ENERGIJE

Internacionalna Agencija za energiju OECD-a, koja obuhvata 26 industrijalizovanih zemalja, preporučuje korišćenje dimetil-etera (DME) kao budućeg energetskog čistog izvora. DME se sada proizvodi u malim količinama, i koristi kao rastvarač u aerosol-bocama, a može se proizvoditi iz različitih ugljovodoničnih sirovina, kao što su zemni gas, ugallj ili biomasa, ekološki je neškodljiv, ima osobine slične tečnom naftnom gasu (LPG) te se može lako lagerovati u postojećim LPG-terminalima i transportovati brodovima. Prema zaključku Agencije DME ima "veliki potencijal" korišćenja za proizvodnju energije, gorive ćelije i dizel-motore.

U međuvremenu, kao što je objavljeno (HI 2002, br. 1) konzorcijum na čelu sa japanskom firmom NKK izgradio je još 2000. pilot-postrojenje, od 5 t/dan za dobijanje DME iz sinteznog gasa dobijenog gasifikacijom sub-bituminoznog uglja. Konzorcijum je sada odlučio da, prema procesu ispitanoj u pilot-postrojenju izgradi do 2006. industrijsko postrojenje od 0,8–1,5 Mt/god, koje će kao sirovinu direktno koristiti različite izvore ugljovodonika, uključujući gas iz uglja i zemni gas. NKK predviđa da će proces biti manje skup od drugih, jer može da koristi jeftine sirovine a nije potrebna prethodna sinteza metanola.

Japanska firma "Toyo Engineering" projektovala je industrijsko postrojenje koje može da proizvodi DME za gorivo dehidratacijom metanola. U proizvodnom postupku se kombinuje postupak za proizvodnju metanola MFR-Z ove firme, sa postupkom za katalitičku dehidrataciju korišćenjem pogodnog katalizatora. Projekat obuhvata postrojenje za proizvodnju metanola kapaciteta 10 kt/dan, koji bi predstavljao sirovinu za jedan DME-reaktor kapaciteta 7–8 kt/dan. Za proizvodnju metanola postupkom MRF-Z investicioni troškovi su 5–6%, a potrošnja energije 7–8% manji, a ukupne investicije postrojenja za DME bile bi samo oko 10% veće od investicija za postrojenje za metanol.

Japanska firma "Kansai Electrical Power" u saradnji sa "Mitsubishi Heavy Industries" razvila je postupak direktnog dobijanja DME iz CO<sub>2</sub> i vodonika, koji reaguju dajući metanol, a iz njega se dehidratacijom dobija DME. Oba stupnja se odigravaju simultano u reaktoru sa čvrstim slojem, koji sadrži pogodan katalizator

za sintezu metanola i njegovu dehidrataciju, na 250–300° i pritisku od 40–100 bara. Voda kao sporedni proizvod sinteze odvaja se od smeše DME-metanol, a zatim se DME destilacijom odvaja od viška metanola. U laboratorijskim ispitivanjima postignuta je 90%-na konverzija CO<sub>2</sub> i 45%-na selektivnost DME. Firma radi na poboljšanju selektivnosti.

## POSTUPAK ZA EKONOMIČNU PROIZVODNJU MALIH KOLIČINA METANOLA

Kanadska firma "Technology Convergence" razvila je novi postupak za ekonomičnu proizvodnju malih količina metanola u blizini potrošačkih regiona, koji je nazvan "zeleni" zbog malog uticaja na životnu sredinu. Danas se skoro sve količine metanola proizvode reformingom metana u vodonik, CO i CO<sub>2</sub>, a potom vodonik reaguje sa CO dajući metanol, sa tendencijom proizvodnje u mega-postrojenjima izgrađenim u blizini velikih ležišta jeftinog zemnog gasa. Za razliku od standardnih, u "Technology Convergence" postupku se kiseonik i vodonik dobijaju elektrolizom vode, pa se parcijalnom oksidacijom metana sa kiseonikom dobija sintezni gas, iz koga se izdvaja deo vodonika, dok drugi, kao u standardnom postupku, reaguje sa CO dajući metanol. U poređenju sa standardnim postupkom, upotreba kiseonika za parcijalnu oksidaciju smanjuje potrošnju zemnog gasa za 16–23%, emisiju CO<sub>2</sub> od min. 300 na 35 kg/t proizvedenog metanola, a izdvojeni višak vodonika može da se prodaje. Svi stupnjevi postupka su standardni, dobijeni metanol je kvaliteta za gorivo (preko 94 mas.%). Firma je ispitala postupak u laboratoriji, predviđa izgradnju demonstracionog postrojenja od 3,8 m<sup>3</sup>/dan metanola, a smatra da se, u zavisnosti od cene električne energije, metanol može ekonomično proizvoditi u postrojenju od 1000 t/dan, uzevši u obzir i prodaju viška vodonika. Pored postojeće velike primene, metanol i vodonik su potencijalna goriva za gorive ćelije.

## NOVI POSTUPAK ZA PROIZVODNJU ETILACETATA

Britanska inženjerska firma "Kvaerner Process Technology" razvila je novi postupak za proizvodnju etilacetata i, kao njegovu prvu industrijsku primenu, sredinom 2001. pustila u rad postrojenje kapaciteta 50 kt/god u južno-afričkoj firmi "Sasol Chemical Industries". Dok se etilacetat normalno proizvodi esterifikacijom

sirovinom sirćetne kiseline etanolom, u novom postupku koristi se kao sirovina samo etanol. Postupak se izvodi tako da se određena količina etanola dehidrogenuje korišćenjem katalizatora na bazi bakra u acetaldehid, koji reakcijom sa sirćetnom kiselinom daje sirovi etilacetat, a sve količine nastalog karbonila se selektivno hidrogenuju u alkohole vodonikom nastalim u prvom stupnju i korišćenjem drugog, odgovarajućeg katalizatora. Proces se izvodi na temperaturama ispod 200° i umerenim pritiscima, a iz sirovog etilacetata se dvostrukom destilacijom pod pritiskom dobija proizvod čistoće preko 99,8%, dok se nereagovali etanol reciklue.

## FLUIDI ZA PRENOS TOPLOTE (TERMIČKI FLUIDI)

Globalno tržište fluida za prenos toplote (termički fluidi) procenjuje se na 350.000 m<sup>3</sup>/god, a ranije su ih najviše proizvodile nacionalne ili regionalne firme, dok ih je manji broj proizvodio za internacionalno tržište. Međutim, kako preduzeća iz svih industrijskih grana osnivaju proizvodna postrojenja u inostranstvu, prednost često stiču proizvođači termičkih fluida sa globalnom prodajom i servisom. Među internacionalnim proizvođačima došlo je nedavno do 2 značajne promene.

Integracijom američkih firmi "Dow Chemicals" i "Union Carbide" početkom 2001., "Dow" je svojim poznatim termičkim fluidima, Dowtherm, Syltherm, Dowfrost, Dowcal i Ambientrol, dodao dve grupe proizvoda: Ucartherm i Norkool. Ucartherm su termički fluidi na bazi glikola koji već sadrže inhibitore kao i korozione agense, a koriste se za procesno zagrevanje i hlađenje. Norkool su industrijska sredstva za hlađenje na bazi glikola sa inhibitorima, korozionim inhibitorima i sredstvima za čišćenje, koja se koriste za kompresore, grejače i uparivače. "Dow" planira da sve ove fluide zadrži na tržištu u bliskoj budućnosti.

U drugoj značajnoj promeni, južnoafrička firma "Sasol Chemical Industries" otkupila je nemačku firmu "Condea Chemie", stičući seriju sintetičkih termičkih fluida Marlotherm.

Među značajne trendove proizvodnje termičkih fluida spadaju proizvodi za visoke temperature i male pritiske. Jedan od novijih je proizvod firme "Dow" Dowtherm MX na bazi aromata, koji izdržava temperature do 300°, može da se koristi od –23° a termički degradira iznad 290°. Pored toga, jeftinije je za 25–30% od

najskupljih sintetičkih proizvoda, kao što je Dowtherm RP, te je namenjen za procese za koje nisu neophodni visokokvalitetni proizvodi već zame-na jeftinih naftnih ulja. Proizvod se koristi za različite hemijske procese, od proizvodnje poliamida do granulacije veštačkih đubriva, a firma smatra da mu je trajnost 8–10 godina pod uslovom ispravnog korišćenja.

Drugi značajni trend proizvodnje termičkih fluida su ekološke karakteristike i uticaj na osoblje, gde spadaju jednostavno rukovanje i skladištenje, uklanjanje opasnosti paljenja i zagađenja okoline. Američka firma "Radco Industries" nedavno je iznela na tržište termičkih fluida proizvod Xceltherm LV koji ne sadrži difenile, termički je stabilan, sa maksimalnom efikasnošću prenosa toplote, koristi se za temperature od  $-62^{\circ}$  do  $400^{\circ}$  za procese u tečnoj i gasnoj fazi. LV povećava efikasnost prenosa toplote za 15–25%, u poređenju sa drugim proizvodima bez difenila za rad u tečnoj fazi, a po svojim karakteristikama odgovara proizvodima sa difenilom. Ovo omogućuje potpunu kompatibilnost, te se može dodati proizvodima na bazi difenil–oksida/difenila radi njihovog poboljšanja, bez prekida rada, čišćenja i ponovnog punjenja sistema.

Mnogi proizvođači su usmerili deo svojih razvojnih istraživanja na proizvode za specijalne primene. Američka firma "Paratherm" proizvodi Paratherm MR, nearomatični termički fluid male viskoznosti za rad na temperaturama  $0-340^{\circ}$  čime zadržava svoju efikasnost prenosa toplote pre-laskom sa visokih na mnogo niže temperature. Proizvod je namenjen za šaržne procese, za koje je potreban reaktor sa omotačem radi iniciranja ili održavanja temperature, a potom uklanjanja viška toplote. On se takođe koristi za procese kod kojih je neophodno da se proizvod ohladi na sobnu temperaturu da bi se ispustio iz reaktora, a koristi se za injekciono livenje polimera npr. boca od PET. Firma proizvodi više tipova termičkih fluida koji obezbeđuju preciznu uniformnu temperaturu procesa: NF–pojačane temperature stabilnosti, NE–ekonomičan, trajan sa visokom temperaturom isparljivosti i paljenja i OR– sa malim održavanjem za teške uslove rada.

Kanadska firma "Calflo", filijala "Petro–Canada", jedina proizvodi termički fluid patentiranim procesom prečišćavanja, tako da se dobija neotrovan proizvod, veće termičke stabilnosti, praktično bez mirisa ili nadraživača koje sadrži većina drugih proizvoda. Proizvod je dugotrajan i troši se u manjim količinama, što sve doprinosi manjim procesnim troškovima, boljim uslovima radnog

mesta, smanjenju zdravstvenog rizika i manjim troškovima uklanjanja. Grupa ekološki pogodnih Calflo proizvoda pogodna je za procese u tečnoj fazi do  $326^{\circ}$ .

Svi sistemi za prenos toplote moraju povremeno da prekinu rad radi rutinskog održavanja, čišćenja i ponovnog punjenja, ali minimalni prekid rada postaje sve značajniji. Radi postizanja ovog minimuma, neki proizvođači termičkih fluida razvili su sredstva koja efikasno uklanjanje degradacione proizvode unutar sistema za prenos toplote. Tako je npr. američka hemijska kompanija "Solutia" proizvela Therminol FF, fluid za ispiranje ovih sistema posebno za slučaj zamene naftnih ulja sintetičkim termičkim fluidima. Kod uobičajenih načina čišćenja, koje se vrši vodenim rastvorima deterdženata ili organskim rastvaračima, neophodno je da se sredstvo za čišćenje potpuno ukloni iz sistema, pre njegovog ponovnog punjenja i puštanja u rad. Nepotpuno uklanjanje ovih sredstava može da dovede do produžetka puštanja sistema u rad, sve dok se zaostala voda ne ukloni isparavanjem, ili do značajnog povećanja pritiska u sistemu isparavanjem rastvarača sa niskom temperaturom ključanja. Therminol TT je sintetički organski proizvod sa visokom temperaturom ključanja, kompatibilan je sa skoro svim termičkim fluidima, te zaostali deo može da ostane u sistemu posle čišćenja. Za razliku od vodenih rastvora, kod kojih se rastvorima kiselina, baza i deterdženata sistem čisti satima ili danima, za Therminol TT je obično dovoljna neprekidna cirkulacija kroz sistem 6–12 h.

Otkup upotrebljenih termičkih fluida, njihovo filtriranje i ponovna prerada u preduzeću korisnika i analitički testovi spadaju u tehnički servis posle prodaje proizvoda koji nude mnogi proizvođači, a sve više potrošača ga koristi. Tako npr. firma "Multitherm" pruža već 15 godina servis "provete" termičkih fluida, u kojem se vrši test više parametara, npr. ukupnog kiselinskog broja i komponenata nerastvornih u pentanu, koji ne samo da ukazuju na kvalitet fluida već uklanjaju i moguće probleme u sistemu. Testovi su relativno jeftini u poređenju sa prekidom rada, a u toku poslednje 2 godine značajno je porastao broj korisnika koji traže regularnu proveru svojih grejnih fluida. Kompanija "Solutia", koja proizvodi grupu kvalitetnih i efikasnih termičkih fluida, Therminol, uvela je kompletan program za servis korisnicima sistema za prenos toplote, nazvan Therminol TLC, koji obuhvata: pomoć pri projektovanju i puštanju u rad bezbednog i efikasnog sistema, izbor termičkog fluida

za određen proizvodni proces, obuku osoblja, analizu uzoraka fluida radi otkrivanja mogućih problema u sistemu i upotrebljenom fluidu, efikasno čišćenje sistema sa zamenom fluida i preuzimanje iskorišćenog fluida radi prodaje uz popust pri nabavci novog.

## IZOLACIJA OD KERAMIČKE PENE

Izraelska firma "Cellaris", osnovana od Izraelskog tehnološkog instituta, proizvodi u pilot–postrojenju "nekoliko kg dnevno" nove, bezopasne izolacije izrađene od keramičke pene. Predviđena za zamenu hazardnog azbesta ili materijala na bazi keramičkih vlakana, pena je izrađena od aluminijum–oksida sa aditivima npr. silicijumom ili cirkonom. Pena ima poroznost 94–96%, otporna je na temperature do  $1700^{\circ}$ , termička provodljivost je, najmanje, jednaka postojećim materijalima od vlakana za visoko–temperaturnu izolaciju, a cena još nije određena, ali biće "konkurentna" visokokvalitetnim keramičkim izolacionim materijalima. U postupku se prekursori od organsko–aluminijumove soli rastvaraju u rastvaraču i zagrevaju do navedene temperature. Reagensi polimerizuju i dužina lanca se povećava, dok ne dođe do fazne separacije polimera od rastvarača, kada rastvarač kjuča i njegovi mehuri deluju kao agensi stvaranja pene. "Cellaris" predviđa početak rada industrijskog postrojenja od 0,5 t/dan do kraja 2002.

## KOMPJUTERSKI PROGRAM ZA KOMPLEKSNE REAKCIONE SISTEME

Američke firme "CD–adapco" i "Reaction Design" razvile su, navodno, prvi kompjuterski program, koji može da modeluje trodimenzionalni tok fluida i prenos mase i toplote sa detaljno opisanom hemijskom reakcijom, za mnogobrojne termofluide u geometrijski kompleksnim sistemima. Predviđen za primenu krajem 2001, program povezuje Chemkinov program simulacije kinetike u gasnoj fazi i na površinama i molekularni prenos firme "Reaction Design" sa kompjuterskim programom dinamike fluida firme "CD–adapco". Primeri mogućih simulacija uključuju heterogene katalitičke reakcije u poroznim sredinama i reaktorima sa nepokretnim i fluidizovanim slojem, kao i širenje i stabilizaciju plamena u turbulentnim tokovima. Firme navode da tradicionalni program dinamike fluida nije pogodan za kompleksne reakcije, jer rešava jednovremeno koncentraciju jedne od više supstanci, što dovodi do nestabilnosti usled neuzimanja u obzir međusobnu blisku povezanost između koncentracija raznih supstanci.

**MULTIFUNKCIONALNI SUŠIONIČI**

U cilju povećanja ukupne ekonomičnosti, proizvođači opreme razvijaju multifunkcionalne sušionike, u kojima se istovremeno sa sušenjem izvode i druge tehnološke operacije, najčešće mešanje i filtracija. Ovakvi sistemi nisu jeftini, ali mogu biti vrlo ekonomični ako omogućuju smanjenje potrošnje energije, povećanje efikasnosti procesa, poboljšanje kvaliteta proizvoda ili smanjenje potrebnog prostora, a sve se više koriste za proizvodnju delikatnih, termički osetljivih proizvoda, kao što su namirnice, farmaceutski proizvodi i fine hemikalije. Za ove primene trend je zamena konvekcijom sa direktnim, kondukcijom sušenjem, sa indirektnim zagrevanjem. Za primenu indirektnog zagrevanja povećano je korišćenje sušenja u vakuumu, koje omogućuje da se proizvodi suše blago, kraće i na nižim temperaturama, čime se štedi energija i uklanjaju rastvarači, a proizvod taloži u obliku praha.

Veći broj proizvođača opreme nudi sisteme za sušenje, sa uštedom energije i višestrukim mogućnostima, a nedavno su razvijeni novi i poboljšani, sa dodatnim komponentama, naročito za sušenje u vakuumu.

Firma "Krauss Maffei" proizvodi seriju koničnih mešaća-sušionika MT koji su, pored rada u vakuumu, opremljeni odozdo pokretanom pužastom mešalicom, radi simultanog mešanja ili homogenizacije proizvoda u toku njegovog sušenja. Najveći deo vlage ili polazne tečnosti se uklanja šaržnom centrifugom koja prethodi stupnju sušenja.

Italijanska firma 3 V Cogeim, sektor za projektovanje i proizvodnju opreme grupe 3 V, proizvodi uređaj Mixodry EMV za visoko-produktivnu separaciju čvrsto-tečno i vakuum-sušenje termički osetljivih materijala; on se posebno preporučuje za mešanje i sušenje proizvoda srednje do male gustine i sa malim sadržajem rastvarača, koje treba ukloniti. Puž sa kontinualnom rotacijom za 180° meša proizvod, radi poboljšanja efikasnosti sušenja, a osušeni proizvod se ispušta sa dna koničnog suda, čime se izbegava njegova segregacija. Ista firma proizvodi seriju uređaja FPP, u kojima se istovremeno izvode sušenje i filtracija, i iz suspenzija dobijaju suvi i sipki prahovi. Pošto se obe operacije izvode u jednom, zatvorenom sudu, može se postići maksimalna bezbednost rada. Nedavno je prikazana najnovija patentirana inovacija uređaja FPP nazvana

Xtract 1, koja olakšava potpuno uklanjanje zaostalih količina čvrstog materijala iz uređaja, što eliminiše svaki prekid rada ili intervenciju operatora.

Firma "Graver" poboljšala je rad vakuum-sušionika uvođenjem serije ulaznih filtera LKV/HKV. Postavljeni posle vakuum-komore, a ispred vakuumpumpe, oni smanjuju ulaz u pumpu čvrstog materijala koji se izbacuje iz procesa. U poređenju sa nekim konkurentnim filterima, koji se preporučuju za uklanjanje čvrstih čestica veličine iznad 10 µm, LKV/HKV filteri uklanjaju čestice iznad 0,3 µm, što je vrlo značajno za vakuumpumpe, čija su nabavka i renoviranje skupi, a filteri poboljšavaju efikasnost rada, štede energiju i značajno smanjuju troškove zamene pumpe.

Firma "Yaygo" proizvodi konične sušionike sa pužastom mešalicom modela Saturn, iste zapremine ali manje visine od konkurentnih uređaja, što je postignuto projektom mešalice, koja svakim obrtom pokreće više materijala, te skraćuje trajanje procesa. Ista firma proizvodi vakuum-filtar-sušionike sa mešanjem, koji mogu da rade i pod pritiskom azota, a kombinuju sušenje i filtraciju radi razdvajanja tečnosti i čvrstih čestica i dobijanja suvog i sipkog praškastog proizvoda.

Firma "Tycon-Technoglass", sektor firme "Robbins & Myers", navodi da je po narudžbini proizvela najveći svetski konični mešać-sušionik zapremine 126 m<sup>3</sup> i visine skoro 366 cm, koji može biti izgrađen od emajliranog ugljeničnog ili nerđajućeg čelika.

Britanska firma "BOC Edwards" iznela je na tržište sistem sa suvim pumpama Solstar za filtarsušionike, koji se koristi za ceo procesni ciklus, uključujući stupnjeve kompresije i vakumiranja. U poređenju sa uobičajenim sistemima sa uljnim zaptivanjem, Solstar je jeftiniji, sa manje održavanja, a recirkulacija azota još više smanjuje procesne troškove.

Britanska firma "Charles Thomson" proizvodi filtarsušionike sa suvim zaptivanjem u kojima se, pored indirektnog sušenja kroz zidove suda i filtarploče i zagrejanom mešalicom, može koristiti i mikrotalno sušenje koje, za neke proizvode, može da smanji trajanje sušenja i do 50%.

Firma "Lödige Process Technology" proizvodi vakuum-sušionike koji se obično koriste samo za sušenje, ali su pogodni i za kompleksnije procese kao što su oni za tečnosti sa kojima se teško rukuje, paste i kru-

pni, čvrsti materijali. Međutim, ako je sušionik opremljen odgovarajućim uređajima, u njemu se mogu izvesti mešanje, uparavanje, granulacija i oblaganje. Standardni sistem ovog tipa je model Druvatherm VT, dok se za rad pod pritiskom preporučuje reaktor DVT, namenjen za šaržno sušenje i izvođenje reakcija pod pritiskom do 4 bara. Za kontinualni rad koristi se model Druvatherm CGT, u kome se kombinuju konvekcijom i kondukcijom sušenje, radi produženja trajanja boravka do 3 h za termički osetljive proizvode. Pored navedenog, postoji i rešenje sa 2 CGT - sušionika u kome se može izvesti kombinovani proces brzog isparavanja i sušenja. U prvom sušioniku, rastvarač brzo isparava dejstvom vodene pare, a nastali parni kondenzat se uklanja u drugom sudu konvekcijom sušenjem. Ovim postupkom se svodi na minimum sadržaj zaostalog rastvarača i izbegavaju troškovi sušenja cirkulacijom inertnog gasa.

Firma "Wyssmont" proizvodi sušionik Turbo-dryer za koji se mogu koristiti skoro sva zagreivna sredstva, vodena para, gas, elektricitet, ložulje ili čak i otpadni gas drugih procesa za rad na 650° ili na niskoj temperaturi od 15°. Tyrbo-dryer je zatvoreni sistem sa nizom lagano rotirajućih kružnih ploča. Materijal se dovodi na gornju prvu ploču i, posle jednog obrta, skida na drugu, gde se meša i niveliše pre skidanja na sledeću ploču, dok zagreivani vazduh ili gas cirkuliše internim duvaljkama. Pored sušenja, uređaj može da hladi, zagreva, kalciniše, vlaži, aglomeriše, sublimiše i prži materijal, a ove operacije se mogu izvesti posebno ili, ako je potrebno, kombinovanjem jedne sa drugom.

Firma "Carrier Vibrating Equipment" proizvodi sušionike sa fluidizovanim slojem koji, u istom uređaju, mogu da suše, hlade, klasifikuju, sterilizuju itd. razne proizvode. Sušionici se lako prilagođavaju za šaržni ili kontinualni rad, blagom fluidizacijom se poboljšava uniformnost proizvoda, a vibracija se koristi da pomogne preradu proizvoda sa kojima se teško rukuje.

Firma "Littleford Day" proizvodi mehanički fluidizovane sušionike, čiji je ključni deo ralica koja pokreće proizvod i rasipa ga, tako da je površina svake pojedine čestice stalno izložena sušenju, a u stalnom su dotiru jedna sa drugom i sa zagreivnom unutrašnjom površinom suda sa omotačem. Firma proizvodi sušionike za atmosfersko i vakuum-su-

šenje, od kojih je atmosfersko pogodno za sušenje materijala osetljivog na smicanje bez ograničenja temperature, ali nije nikad tako efikasno kao sušenje u vakuumu, koje se preporučuje za većinu primena na nižoj temperaturi ili sa kraćim vremenskim ciklusom, ili za oba uslova. Od vakuum-sušionika se proizvode 2 osnovna modela: VT-serija za potpuni vakuum i za 3,5 bara i DVT-serija za više pritiske.

## IZMENJIVAČI TOPLOTE

Američka firma "Tranter", koja ima sertifikat ISO 9001 za najviši standard projektovanja, proizvodnje i testiranja, proizvodi potpuno zavarene industrijske izmenjivače toplote, bez zaptivača, za efikasan prenos toplote pri teškim uslovima rada. Firma proizvodi više tipova:

– **Ultramax**, pločasti izmenjivač, koristi se za tečnosti, gasove i dvofazne smeše pri ekstremno niskim i visokim temperaturama (od  $-196^{\circ}$  do  $340^{\circ}$ ) i pritiscima (do 70 bara), za rad u agresivnoj sredini, kao što su organski rastvarači, grejači i izmenjivači toplote sa vodenom parom visokog pritiska, gde se ne mogu koristiti izmenjivači sa zaptivačima; slično izmenjivačima tipa ploča-u-ramu ima alternativne kanale za tople i hladne medije i potpuno protivstrujni tok, koji omogućuje uski procesni temperaturni interval,

– **Supermax**, tipa ploče-u-omotaču, postiže termičku efikasnost i kompaktnost pod uslovima za koje bi se normalno koristio tip cev-u-omotaču; namenjen je za tečnosti, gasove i dvofazne smeše, na pritiscima do 62 bara i temperaturama do  $540^{\circ}$  u agresivnoj sredini, sadrži alternativne kanale za tople i hladne medije i može da radi sa protivstrujnim i isto strujnim tokom,

– **Maxchanger**, pločasti izmenjivač, postiže veliku produktivnost sa malom veličinom uz nižu cenu, jer se postiže maksimalni prenos toplote, iako zauzima 30–50% manje prostora od izmenjivača tipa cev-u-omotaču za istu primenu, standardni model se koristi za temperature do  $260^{\circ}$  i pritiske do 10 bara, a po porudžbini do  $540^{\circ}$  i 68 bara; projekat omogućuje jednostruki i višestruki protok radi prilagođavanja svakoj primeni, jedinstvenom patentiranom geometrijom varijabilnog međuprostora postižu se ekstremno visoke U-vrednosti i mali pad pritiska, a kanali stvoreni između specijalnih rupičastih ploča usmeravaju 2 medija za prenos toplote suprotnostrujno alternativnim putevima, čime se postiže maksimalna efikasnost i uski temperaturni interval od ispod  $1^{\circ}$ .

Firma "Pfaudler Reactor Systems" proizvodi izmenjivače toplote od tanjala, cirkona, niobijuma i drugih reaktivnih metala, inertnih na korozivnu sredinu na temperaturama do  $200^{\circ}$ . Izmenjivači se lako zavaruju, da bi se eliminisalo propuštanje na varu, ne sadrže teške metale ili punioce čime se sprečava kontaminacija fluida, a projektuju se saglasno konstrukcionim standardima ASME (Sec. VII, Div. 1) i TEMA (Class B,C ili R). Proizvode se izmenjivači sa bajonetima, U-cevima i fiksiranim snopom cevi prečnika do 1 m i veličinom površine preko  $130\text{ m}^2$ . Fabrika drži u skladištu standardne cevi, spoljnog prečnika 19 i debljine 0,38 mm, radi brze isporuke.

Kanadska firma "Bulkflow Technologies" proizvodi vertikalne, kompaktne izmenjivače toplote za efikasno i ekonomično zagrevanje ili hlađenje krupnih, čvrstih materijala, čiji se rad zasniva na kombinovanju masenog protoka sa uobičajenim prenosom toplote. Umesto velike količine vazduha, za hlađenje se koristi voda koja prolazi kroz zavarene, šuplje ploče od nerđajućeg čelika, dok se za zagrevanje mogu koristiti vruća voda, vodena para ili termički fluidi. Pri radu čvrsti materijal se gravitacijom lagano spušta kroz ploče za izmenu toplote, a odgovarajućim projektom masenog protoka je postignuto da materijal ulazi i izlazi bez mešanja. Kao kod drugih izmenjivača, materijal teče suprotnostrujno termičkom fluidu, radi postizanja veće termičke efikasnosti, a indirektan prenos toplote eliminiše emisiju isparljivih sastojaka, te nema potrebe korišćenja duvaljki, vrećastih filtera i druge skupe opreme za prečišćavanje izlaznog vazduha. Ispod niza ploča je ispusni uređaj, koji kontroliše protok kroz izmenjivač, a materijal se lagano kreće radi postizanja dovoljno vremena za zagrevanje ili hlađenje, sprečavanja degradacije i očuvanja kvaliteta proizvoda, dok maseni tok obezbeđuje uniformno ispuštanje i raspodelu temperature. Za razliku od rotirajućih bubnjeva, fluidizovanog sloja, disk procesora i drugih uređaja za preradu čvrstih materijala, uređaj ima malo pokretnih delova i nema veliki pogonski deo, te su energetske troškovi mali, a održavanje je bitno smanjeno. Vertikalna konfiguracija stvara veliku površinu za prenos toplote u kompaktnom uređaju, a krajnji rezultat je jednostavnost, povećani kapacitet i ekonomičan način zagrevanja ili hlađenja praha ili čvrstog materijala.

Firma "Exergy" proizvodi minijaturne izmenjivače toplote, sanitarne i tipa cev-u-omotaču i cev-u-cevi, izrađene od nerđajućeg čelika 316 L ili specijalnih legura. Izmenjivači

omogućuju protok do 40 g/min i rade na pritiscima do 315 bara.

## USAVRŠAVANJE IZMENJIVAČA TOPLOTE

Američka firma "Hyprotech" razvila je novi simulacioni kompjuterski program Hysis za termičko i mehaničko projektovanje izmenjivača toplote tipa cev-u-omotaču. Program može da se koristi za sve tipove ovih izmenjivača po standardu TEMA i sve procese u omotaču i cevima, uključujući predgrevanje, kondenzaciju na vrhu komore, ispuštanje efluenta, kotlovske i vertikalne i horizontalne termosifonske grejače. Po uključanju procesne simulacije, Hysis-sistem omogućuje simulaciju procesnog termo-hirauličnog i mehaničkog projektovanja, bez uvođenja posebnih podataka za svaki tip projekta.

Na Univerzitetu federalne države Illinois projektovan je hladnjak sa amonijakom korišćenjem mikrokanalnih cevi u kojem se koristi samo 70 g amonijaka umesto 425–750 g za postojeće hladnjake, tako da dalji razvoj obećava smanjenje veličine hladnjaka za skoro 2/3 i proizvodnih troškova za 30%. U radu je standardni hladnjak modifikovan zamenom kondenzatora amonijaka hlađenog vodom, mikrokanalnim izmenjivačem toplote. Uređaj radi sa paralelnim tokom, cevi su postavljene u 2 niza, jedan sa 24 i drugi sa 14 cevi. Svaka cev se sastoji od ravne ploče od ekstrudiranog aluminijuma na kojoj se nalazi niz malih kanala ili mikrocevi sa ekvivalentnim prečnikom od 0,7 mm. Glavne cevi sadrže peraja sa većim brojem malih otvora, radi poboljšanja prenosa toplote, čija je efikasnost 3–4 puta veća od uobičajenih izmenjivača koji sadrže cevi sa perajima.

Istraživači američke "Argonne National Laboratory" otkrili su da suspenzija čestica metala ili metalnih oksida nano-veličine u fluidu za prenos toplote izuzetno povećava njegovu termičku provodljivost, npr. 0,3% nanočestica bakra može da poveća termičku provodljivost etilenglikola za preko 40%. Suspenzija termičkih fluida sa nanočesticama dobija se po 2 postupka. U jednom, metal se zagreva i isparava u vakuum-komori, a zatim naglo hladi inertnim gasom (ili vazduhom za okside) i dobijaju čestice veličine 1–40 nm. U drugom postupku termički fluid se sipa u horizontalni valjak koji rotira unutar vakuum-komore, čime se na njegovim zidovima stvara tanak sloj tečnosti. Metal se stavlja u sud u centru valjka, uparava zagrevanjem i potom naglo hladi, a fluid ga odnosi slivanjem sa zidova.

### SAVREMENI SISTEMI ZA PREČIŠĆAVANJE INDUSTRIJSKIH PROCESNIH I OTPADNIH VODA

Za proizvodnju hemijskih i farmaceutskih proizvoda mora se koristiti čista procesna voda, u kojoj je koncentracija zagađivača često izražena u ppm ili ppb, a zakonski propisi određuju sadržaj zagađivača pre ispuštanja industrijskih otpadnih voda u kanalizaciju. Ovi faktori podstiču potrošnju savremenih sistema za tretman procesnih i otpadnih voda u koje spadaju: membranska filtracija, tretman hemikalijama i prečišćavanje kiseonikom.

Membranska filtracija za uklanjanje čvrstih čestica iz tečnosti u toku tretmana procesnih i otpadnih voda se poslednjih godina sve više koristi, zahvaljujući poboljšanju upotrebljenih materijala i strukturi membrana koji se koriste za ove primene. Danas se membranska filtracija rutinski koristi za različite industrijske primene od hemijskih i biotehnoških procesa do elektronske industrije i prerade hartije. U poređenju sa uobičajenim postupcima za separaciju tečno-čvrsto, u kojima se obično koriste sejanje, centrifugovanje i filtracija u vakuumu ili pod pritiskom, sistemi za membransku filtraciju se lakše dimenzionišu, mogu da rade kontinualno i često za rad troše manje energije. Membranska filtracija obično se deli na: reversnu osmozu, ultra- i nano-filtraciju u zavisnosti od veličine čestica koji treba ukloniti.

Membranski filtracioni sistemi mogu se konstruisati različitim oblika. Npr. kod sistema sa cevnim membranama, membrana se postavlja unutar cevi čiji je prečnik, u poređenju sa drugim sistemima, dosta veliki te se manje začepljuju i lakše čiste. Cevni snop može da sadrži 12 ili više membranskih cevi postavljenih u veliko cilindrično kućište, koja mogu da se postave serijski, čime se postiže veće zadržavanje čvrstih čestica i čistiji tok tečnosti, ili paralelno, radi postizanja većeg zapreminskog protoka. Radi poređenja, kod membranskih sistema sa šupljim vlaknima, gde voda prolazi kroz kućište sa snopom šupljih vlakana, često dolazi do taloženja i začepljivanja, tako da se oni uglavnom koriste za vode u kojima je sadržaj suspendovanih ili rastvorenih čvrstih čestica manji od 1 zapr. %. U nekim membranskim sistemima koriste se spiralno uvijeni filtar-elementi u kojima su 2 membranska sloja razdvojena polimerom ojačanim izlje-

bljenim materijalom i spiralno uvijena u cilindrično kućište; kod ovih sistema dolazi do teškoća pri preradi viskoznijskih tečnosti ili sa velikim sadržajem čvrstih čestica. Za sisteme sa uokvirenim pločama koriste se membrane od serijski povezanih tankih ploča, a one se obično najlakše čiste, jer se radi uklanjanja taloga na površini membrana može koristiti vibraciono ili rotaciono kretanje.

Za tretman vode za piće, industrijskih procesnih i otpadnih voda značajno je uklanjanje suspendovanih čvrstih čestica, metalnih jona i mikroorganizama. Kako na ponašanje suspendovanih čvrstih čestica direktno utiče njihovo naelektrisanje, za prečišćavanje se često koriste hemijski koagulansi i flokulansi radi neutralizacije njihovog površinskog naelektrisanja i podsticanja aglomeracije, a destabilizacijom suspendovanih koloidnih čestica dodatak ovih aditiva poboljšava učinak filtara i bazena za taloženje. Dve glavne grupe hemijskih koagulanasa su vodorastvorni organski polimeri i soli aluminijuma i gvožđa. Iako su najčešće skuplji, polimerni koagulansi se koriste u manjim količinama i poboljšavaju ugušćivanje i odvodnjavanje mulja, te se dobija manja količina otpada. Sa druge strane, hidroksidi aluminijuma i gvožđa nastali hidrolizom mogu da smanje pH vode, što dovodi do potrebe korišćenja dodatnih hemikalija za kontinualno podešavanje pH, čime se povećavaju troškovi i složenost tretmana. U mnogim industrijskim sistemima za prečišćavanje koristi se kombinacija koagulanasa, tako da se jeftiniji na bazi aluminijuma koriste za ulaznu vodu, a skuplji polimerni za poslednji stupanj pre ispuštanja otpadne vode. Pored rastvorenih i suspendovanih čestica, pri tretmanu voda i otpadnih voda moraju se takođe ukloniti masnoće, ulja i maziva, koji se teško uklanjaju, jer često stvaraju emulzije u vodi koja se prečišćava. Razbijanje ili uklanjanje emulzija je značajan stupanj ovog prečišćavanja da bi se sprečilo taloženje masnoća, ulja i maziva na cevima i zagađenje filtracione sredine. Za razbijanje ovih emulzija koriste se najčešće hemijski koagulansi, u koje spadaju različiti sapuni i tenzidi, koji se koriste sami ili u formulaciji deterdženta. Emulgator smanjuje međufazni napon između faza prisutnih unutar kapljica emulzije, tako da uljna faza može isploviti na površinu vode i ukloniti se

različitim uređajima za mehaničku separaciju.

Za neutralizaciju ili razaranje neželjenih organskih jedinjenja u vodi ili otpadnoj vodi često se koriste procesi hemijske ili biološke oksidacije ili njihove kombinacije. Za uspešnu biodegradaciju organskih zagađivača, u otpadnoj vodi koja se prečišćava mora biti rastvorena izvesna količina kiseonika. Za povećanje sadržaja kiseonika u sistemima za biološki tretman, u mnogim industrijskim postrojenjima se koriste različiti uređaji za njihovo unošenje, kao finog toka mehura, u aktivirani mulj, u kojem dolazi do biodegradacije. Slično tome, unošenje kiseonika u toku procesa mokre oksidacije može da dovede do povećanja hemijske konverzije, a ovi sistemi kombinuju visoko-aktivne katalizatore sa oksidacionim agensom, npr. čistim kiseonikom, radi razlaganja teško razgradivih organskih zagađivača.

### PROBLEMI ZAŠTITE OKOLINE U SAD

Američka Agencija za zaštitu okoline (EPA) osnovala je fond od 22 mil. dolara za 5 novih istraživačkih centara za rad na hazardnim hemikalijama osnovanih širom SAD, a povezanih sa radom 22 univerziteta. Predviđeno je da će 4 centra raditi na ispitivanju zagađivača iz životne sredine, dok će se peti baviti ispitivanjem otkrivanja, pristupa i rukovanja rizika od upotrebe i odbacivanja hazardnih materijala u gradskim sredinama. Centri će takođe raditi na prečišćavanju zagađenih i ponovnoj upotrebi napuštenih gradskih industrijskih lokacija, a deo sredstava će se koristiti za finansiranje programa pomoću nerazvijenim mesnim zajednicama da učestvuju u lokalnim postupcima sa hazardnim supstancama.

Prema podacima EPA ukupna emisija 6 glavnih zagađivača vazduha opala je u periodu 1970-2000. za 29%, dok je potrošnja energije povećana za 45%, a pređeni put motornim vozilima, meren kilometrima, više od 2 puta. Zagađivači čija je emisija od 1970. značajno opala su CO, SO<sub>2</sub>, isparljive organske supstance, čvrste čestice i olovo, dok je emisija NO<sub>x</sub>, jednog od glavnih zagađivača, u ovom periodu povećana za 20%, od čega 1/2 tokom 90-ih. Kvalitet vazduha u najvećem delu SAD je poboljšan u ovom periodu, ali je u nekim oblastima tokom poslednjih

10 godina povećan sadržaj prizemnog ozona, uglavnom zbog emisije NO<sub>x</sub> iz termocentrala na fosilna goriva i izduvnih gasova motornih vozila. Prema izveštaju EPA za 2000. većina zagađivača vazduha nastavlja da opada: prizemni ozon prosečno za 10% od 1990. i 21% od 1980, a ostala smanjenja tokom 90-ih uključuju (%): CO 41, SO<sub>2</sub> 37, čvrste čestice 19 i olovo 50%. Nasuprot tome, emisija NO<sub>x</sub> je dalje povećana od 1990. za 3%, a emisija CO<sub>2</sub> 2000. za 3,1% ili na 1.586 mil. t ekvivalenta C, što predstavlja njen najveći porast u toku poslednjih 10 godina, i znatno je iznad prosečnog godišnjeg porasta od 1,6% u tom periodu. Prema izveštaju EPA za 646 toksičnih hemijskih jedinjenja, koje industrija ispušta u atmosferu, vodu, zemljište i podzemni smeštaj, 1999. je u odnosu na 1998. isпустиła 2,5% manje, a hemijska industrija 2,4% manje ili ukupno oko 670 Mt. Jedna ekološka grupacija podnela je sudsku tužbu da standardi EPA za emisiju toksičnih gasova od spaljivanja hazardnog otpada u cementnim i opšteg u standardnim pećima nisu dovoljno strogi, i sud je doneo odluku da ovi standardi ne odgovaraju zaštiti narodnog zdravlja.

Kao što je objavljeno (HI 2002, br. 1) nova administracija SAD je početkom 2001. suspendovala, neposredno pre njegovog stupanja na snagu, zakonoski propis kojim je EPA smanjila najveći sadržaj As u vodi za piće od 50 na 10 ppm od 2005, navodeći kao razlog naučnu nesigurnost uticaja As na zdravlje i velike troškove prečišćavanja vode, naročito kod manjih vodovodnih postrojenja. Ovu odluku su oštro kritikovali američki Kongres i ekološke grupacije i EPA je ponovo uvela ovaj propis, koji treba da stupi na snagu 2002, posle izveštaja Nacionalne akademije nauka u kojem je, na osnovu novih objavljenih naučnih istraživanja, izneto da se i "vrlo male količine As u vodi za piće mogu povezati sa povećanjem rizika oboljenja od raka, a verovatno i od drugih bolesti".

Radi opšteg smanjenja rizika od As, EPA je zaključila dobrovoljni sporazum sa američkim hemijskim preduzećima da prestanu sa korišćenjem hromovanog bakar-arsenata (CCA) kao konzervansa drveta za kućnu upotrebu, iako je zaključeno da on ne predstavlja nikakav rizik za stanovništvo i okolinu. Sporazum će uticati na sve kućne potrebe drveta, uključujući krov, spoljne stolove i prozore, te američki proizvođači CCA očekuju pad proizvodnje ovog

drveta od 25% u 2002. i 70% u 2003. pre stupanja zabrane na snagu januara 2004.

Komisija EU takođe razmatra sličnu zabranu kao i ograničenje upotrebe CCA za industrijsku primenu.

EPA je osnovala savetodavni odbor nezavisnih analitičkih stručnjaka da razmotri njenu odluku o smanjenju maksimalnog sadržaja S u benzinu od sadašnjih 350 na 15 ppm do 2006. Izmenu odluke traže naftna industrija i Američki institut za naftu, a Nacionalno udruženje petrohemijskih i rafinerijskih preduzeća podnelo je sudsku tužbu radi odlaganja njene primene, dok je podržavaju ekološke grupacije i proizvođači automobila, kojima bi ova odluka pomogla u ispunjenju novih standarda za izduvne gasove motornih vozila. Američki federalni naučni savetodavni organ Nacionalni toksikološki program ocenio je da postoji "verodostojna naučna evidencija" da neke hemikalije, za koje se sumnja da štetno utiču na endokrine žlezde, mogu da utiču u količinama manjim od onih koje EPA smatra za bezbedne. U izveštaju se ne zaključuje da je njihov uticaj štetan, već se predlaže da EPA razmotri zahtev, da proizvođači ispitaju uticaj malih količina u okviru provere hemikalija štetnih za endokrine žlezde. Izveštaj se zasniva na uticaju ovih hemikalija na laboratorijske životinje, kao što je npr. nađeno da bisfenol A izaziva povećanje prostate kod miševa. Ostale hemikalije uključene u istraživanje su: etinil-estradol (sintetički estrogen), nonil-fenol, oktil-fenol i genistein, prirodni sastojak soje. Posle ovog izveštaja, EPA je organizovala panel Nacionalnog instituta za ekološke zdravstvene nauke i Nacionalnog toksikološkog programa, sastavljen od predstavnika univerziteta, državnih organa i industrije, od koga je tražen potpuni pregled raspoloživih naučnih podataka o uticaju malih količina hemikalija na endokrine žlezde. Sa svoje strane, panel je tražio da 15 vodećih istraživača iz grupa, aktivnih u ovoj oblasti, prikupe sve novije eksperimentalne podatke za statističku analizu pre sastanka panela. Uticaj malih količina je jasno dokazan za estradiol i nekoliko drugih estrogenih jedinjenja, ali podgrupa za bisfenol A nije donela takav zaključak, jer neka istraživanja ukazuju na taj efekat, a druga ga nisu utvrdila, te podgrupa smatra da negativan uticaj nije potvrđen. Savet proizvođača plastičnih masa pozdravio je nalaz da najveći deo naučne evidencije ukazuje da male količine

bisfenola A ne utiču na zdravlje, te potrošači mogu sa poverenjem da nastave bezbedno korišćenje polikarbonatnih i epoksi proizvoda.

EPA je odlučila da od januara 2002. zabrani upotrebu hlorfluorouglenika (CFC) koji više ne mogu da se koriste za proizvodnju svih penastih proizvoda, izuzev za termičku izolaciju vasionih letilica. Pored toga, propis zabranjuje i sve druge upotrebe CFC, kao rashladnog sredstva u uređajima za kondicioniranje vazduha i frižiderima, u kojima je uglavnom već zamenjen drugim proizvodima, izuzev za inhalatore lekove, uglavnom za astmu.

Posle 2 godine detaljnog proučavanja, EPA je zaključila da kukuruz genetski modifikovan sa *Bacillus thuringiensis* (Bt), otporan na insekte, ne predstavlja rizik na ljudsko zdravlje ili životnu sredinu i obnovila registraciju 5 tipova ovog kukuruza za sledećih 7 godina. Dozvola za upotrebu data je pod uslovom da farmeri prate razvoj useva i sakupljaju podatke, da korišćeni proizvod ne dovodi do otpornosti na insekte ili neočekivanog uticaja na ljudsko zdravlje ili životnu sredinu. Istovremeno, od proizvođača se traži da podnose podatke o istrajnosti Bt-proteina u zemlji i studiju njegovog dugoročnog efekta na gusenice monarh-leptira. Ova odluka predstavlja uspeh za agrikulturno-biotehnoške firme, koje su se suprostavljale tvrdnjama ekoloških grupacija da Bt-kukuruz može da izazove alergiju kod ljudi i negativan efekat na životnu sredinu. Dozvola se odnosi na registraciju proizvoda američkih firmi "Monsanto", "DuPont", i "Dow Chemical" i švajcarske "Syngenta".

#### **DETEKTOR ISPARLJIVIH ORGANSKIH JEDINJENJA**

Firma "AppliedSensor" proizvodi ručni senzorski sistem VOCcheck koji vrši detekciju na licu mesta, analizu i verifikaciju isparljivih organskih jedinjenja osiguravajući sigurnost kvaliteta u različitim oblastima, uključujući hemijsku i prehrambenu industriju i zaštitu okoline. VOCcheck je težak manje od 0,5 kg, odziv je do 10 s, a ručni sistem se lako koristi, podešava i daje brze, tačne i reproduktivne informacije koje se mogu preneti od jednog uređaja na drugi ili direktno na PC. Sistem koristi punive baterije, koje omogućuju rad do 70 h i do 1000 merih ciklusa, sa 4 kvarcna mikromerna senzora, osvetljenim ekranom i izdrživom konstrukcijom. VOCcheck je proveren u mnogim primenama.

**IN MEMORIAM**

---