

## IZGRADNJA HEMIJSKE INDUSTRIJE U EVROPI

Nemačka firma "Ticona", izdvojena iz "Hoechst", povećava kapacitet za proizvodnju polimernih proizvoda u Frankfurtu od 77 na 100 kt/god.

Američka firma "Speciality Minerals" ulaže 30 mil. evra u izgradnju u Nemačkoj postrojenja za proizvodnju 120 kt/god taloženog kalcijum-karbonata, koje treba da se završi 2002.

Američka firma "Huntsman-Tioxide" zaključila je sa nemačkom inženjerskom firmom "Lurgi Life Sciences" ugovor na 10 mil. evra za povećanje postrojenja za prerađivanje kiseline iz proizvodnje titan-dioksida u Španiji.

Norveška državna firma "Statoll" ulaže 80 mil. evra u izgradnju postrojenja za desulfurizaciju nafte u Norveškoj, koje treba da se završi 2002.

Nemačka firma "National Energy West" gradi u Nemačkoj postrojenja za proizvodnju 100 kt/god biodizela i 12 kt/god glicerina, koja treba da se završe početkom 2002.

Firma "Fina Antwerp Olefins" povećava kapacitet svog postrojenja za proizvodnju etilena u Antverpenu na 700 kt/god, koja treba da se završi krajem 2002.

"DuPont" modernizuje i proširuje svoje postrojenje za proizvodnju čiste adipinske kiseline u V. Britaniji ulaganjem više miliona evra u najnovije uređaje za reakciju, prečišćavanje, sušenje i analitička merenja; modernizacijom će se postići povećanje prinosa, smanjenje emisija i proizvodnja uniformnog i kvalitetnijeg proizvoda sa boljom sipkošću i manjim obojenjem.

"Bayer" i japanske firme "Honshu Chemical" i "Mitsui" osnovale su zajedničko preduzeće "Hi-Bis" za izgradnju u Nemačkoj postrojenja za proizvodnju 5 kt/god specijalnih bisfenola koje "Bayer" koristi za proizvodnju polikarbonata; investicije iznose 38 mil. evra.

Holandska firma DSM sprovodi program povećanja proizvodnje unidirekcionog polimernog materijala izuzetne jačine Dyneema i PE-vlakana na kojima je zasnovan, povećanjem postojećih i izgradnjom novog kapaciteta u Holandiji, čime će ukupni proizvodni kapacitet za vlakna 2002. dostići 2.600 t/god. Firma je takođe izgradila u SAD postrojenje za proizvodnju 600 t/god unidirekcionog materijala, koje je završeno krajem 2001, a planira novo za proi-

zvodnju vlakana u 2002; unidirekcionni materijal se koristi za armirana motorna vozila i ličnu balističku zaštitu, a vlakna za konopce i mreže.

Holandska firma "Akzo Nobel" planira u 2002. povećanje kapaciteta za proizvodnju polisulfida u Nemačkoj; proizvodi se koriste kao lepila za avione i izolaciona stakla.

Japanska firma "Kuraray" ulaže 77 mil. evra u udvostručenje svog kapaciteta za proizvodnju etilen-vinilalkohol-kopolimera (EVOH) u Antverpenu na 24 kt/god, koje treba da se završi 2003, a slično proširenje planira za svoje postrojenje u SAD; sadašnji svetski kapacitet firme je 45 kt/god. Istovremeno, japanska firma "Nippon Synthetic Chemical Industry" ulaže preko 100 mil. evra u izgradnju postrojenja za proizvodnju EVOH u V. Britaniji, za koje se predviđa završetak 2003. EVOH je funkcionalna, ekološki prihvatljiva smola, koja kao ambalažni materijal ima izvrsne osobine sprečavanja prodiranja gasova, te se koristi za pakovanje mnogih proizvoda, od voćnih sokova i prehrambenih proizvoda do agrohemikalija i goriva; na evropskom tržištu predviđa se njegov porast od 15% u toku sledećih nekoliko godina.

Firma "Daikin Chemical France" ulaže 9,45 mil. evra u izgradnju postrojenja za proizvodnju fluoroelastomera u Francuskoj, koje treba da se završi 2003.

## PROCESI ZA PROIZVODNJU POLIETILENA

Američka kompanija "Dow Chemical" je otkupom firme "Union Carbide" nadmašila kompaniju "Exxon Mobil" kao najvećeg svetskog proizvođača PE, i sada raspolaže globalnim kapacitetom od 8,2 Mt/god, kao i sa više proizvodnih procesa. "Dow" je takođe preuzeo 50% imovinskog učešća "Union Carbide"-a u firmi "Univation Technology", zajedničkog preduzeća "Union Carbide"-a i kompanije "Exxon Chemical" osnovanog 1996, koja za proizvodnju PE koristi katalizator "Union Carbide"-a i proces u gasnoj fazi Unipol. Sa proizvodima dobijenim svojim procesom u rastvoru Insite i u gasnoj fazi "Union Carbide"-a, "Dow" može da učestvuje u praktično svim segmentima tržišta u kojem se koristi PE, od boca, vreća i ambalaže za pakovanje, do plastičnih cevi, limova i membrana, i da zadovolji sve potrebe tržišta.

Britanska kompanija BP 7. među najvećim svetskim proizvođačima

PE sa kapacitetom od 1,73 Mt/god u Z. Evropi i Aziji, za svoj proces proizvodnje PE u gasnoj fazi Innovene preuzela je od kanadske firme "Nova Chemicals" katalizator Novacat T, za koji je utvrđeno da može direktno da zameni katalizatore Ziegler-Natta u postrojenjima za industrijsku proizvodnju PE; "Nova" je na desetom mestu među proizvođačima PE sa kapacitetom od 1,2 Mt/god u S. Americi. Novacat T katalizator može se relativno brzo primeniti za proces Innovene, a ima više prednosti: dobijeni polimer je manje "lepljiv", usled homogenijeg vezivanja monomera, prinosi su veći, količina proizvoda nezadovoljavajućeg kvaliteta je manja od 1% umesto 4-7% sa uobičajenim katalizatorima, proizvod je u obliku više sipkog praha, te se može brže prenositi i prečišćavati što povećava brzinu proizvodnje za 10-20%. BP je već prodao 24 licence za Innovene za ukupnim kapacitetom od 4 Mt/god, a obe firme su odlučile da zajednički razvijaju nemetalocenske katalizatore sa 1 aktivnim mestom. BP je takođe korisnik procesa za PE u gasnoj fazi sa metalocenskim katalizatorom koji je razvijen u saradnji sa "Dow" u 2 istraživačka projekta, od kojih je u jednom učestvovala i firma "Chevron Phillips Chemical". Na osnovu uslova postavljenih od američke federalne komisije za trgovinu za davanje saglasnosti integracije "Dow"-Union Carbide, BP ima isključivo pravo davanja licenci za korišćenje patenata "Dow" za ovaj proces, ukoliko licenca nije prethodno data firmi "Univation".

Američka firma "Engelhardt" takođe povećava svoje učešće na tržištu poliolefina, koristeći poslovna partnerstva i druge unosne poduhvate. Od otkupa poslovanja sa poliolefinima firme "Mallinckrodt" 1998, "Engelhardt" je tri puta povećao kapacitet postrojenja u Teksasu, ugovorio proizvodnju i isporuku katalizatora za firme BP, "Borealis" i "Novollen Technology" i otkupio postrojenje za proizvodnju katalizatora španske firme "Targor", iz grupe BASF. Krajem 2000. "Engelhardt" je sklopio ugovor o partnerstvu sa češkim Polimernim institutom u Brnu za ispitivanje modernih poliolefinskih katalizatora i analizu osobina polimera. To predstavlja podsticaj bržem razvoju poslovanja firme sa poliolefinima, a ona predviđa da će njen rast nadmašiti rast ukupnog tržišta poliolefinskih katalizatora. Najnoviji proizvod za tržište PE

"Engelhardta" je katalizator Lynx 200 za proizvodnju bimodanog PEVG-a, čija je aktivnost do 20% veća u odnosu na slične katalizatore, sa manjim procentom finih čestica, što poboljšava rad PE postrojenja, i polimernim osobinama jednakim ili boljim od proizvoda dobijenih sa drugim katalizatorima. Firma finansira razvojna istraživanja radi poboljšanja osobina ovog katalizatora.

### **PORAST EVROPSKE HEMIJSKE INDUSTRIJE**

Savet evropske hemijske industrije (Cefic) predviđa da će se porast ukupne proizvodnje smanjiti od 3,6% u 2000. na oko 2% u 2001. usled usporavanja svetske tržišne i ekonomske aktivnosti. Međutim, smatra se da je ovo smanjenje privremeno i za 2002. se predviđa porast od 3%. Na generalnoj skupštini Cefica navedeno je da su na ovaj rezultat uticala 2 glavna faktora: smanjenje vrednosti evra, što je značajno doprinelo konkurentnom položaju ekonomije EU, i neizvesnost oporavka ekonomije SAD. Na skupštini je odlučeno da se Cefic proširi primanjem u punopravno članstvo Poljske, Češke, Slovačke, Mađarske, Slovenije i Turske i kao pridruženih članova Estonije, Litvanije i Bugarske.

### **PRESTRUKTURISANJE U HEMIJSKOJ INDUSTRIJI**

"DuPont" je sa turskom firmom "Sabanci" osnovao zajedničko preduzeće "Dusa International" (učešće 50:50) sa sedištem u SAD, koje će sa kapacitetom od preko 100 kt/god biti vodeći svetski proizvođač industrijskih najlon vlakana velike jačine koja se koriste kao kord za auto-gume. "Dusa" će imati 2300 zaposlenih i proizvoditi na 8 lokacija širom sveta, a postojeća manja zajednička preduzeća biće uključena u novo. Istovremeno, usled usporavanja razvoja i kontinualne slabosti tržišta tekstila i tekstilnih proizvoda, "DuPont" predviđa do kraja 2002. smanjenje broja zaposlenih za 5300 odn. oko 4% ukupnog broja, radi uštede od oko 400 mil. dolara. Smanjenje broja zaposlenih se najvećim delom odnosi na SAD i Evropu usled planirane manje proizvodnje poliestarskih, najlon i Spandex vlakana i zatvaranja nedovoljno rentabilnih preduzeća, kao i prenošenja proizvodnje u oblasti u razvoju u Aziji i Lat. Americi. Kompanija je dalje objavila da namerava da izdvoji u posebno preduzeće sektor "DuPont Pharmaceuticals", što je rezultat dužeg ispitivanja poslovanja ovog sektora, iako se u početnom stadijumu nalazi priprema lekova za

više terapijskih oblasti. Sa druge strane, kompanija predviđa ulaganje u, po njenom mišljenju, proizvoda sa dugoročnim rastom, uključujući telekomunikacije, elektroniku i biomaterijale, i u zemlje sa brzim rastom, kao što je Kina.

Posle korenitog prestrukturisanja (HI, 2001, br. 1) firma "Degussa" je postala potpuno novoformirana, multinacionalna kompanija, permanentno usmerena na vrlo profitabilne specijalne hemikalije. Sa prodajom od 12,9 mlrd. evra i 53.400 zaposlenih, ona je postala 3. najveća hemijska kompanija u Nemačkoj i vodeći svetski proizvođač specijalnih hemikalija. Kompanija je za sva svoja preduzeća postavila nove standarde za zaštitu okoline, bezbednost, zdravlje i kvalitet, koji obuhvataju angažovanje na potpunom sprečavanju nesretnih slučajeva, profesionalnih bolesti i prekoračenja granične vrednosti emisija. U oblasti finih hemikalija "Degussa" se odlučila na izgradnju postrojenja za proizvodnju 150 kt/god esencijalne amino-kiseline, DL-metijonina u Antverpenu, radi zadovoljenja kontinualnog porasta svetske potrošnje kao aditiva za stočnu ishranu; investicija od oko 250 mil. evra predstavlja najveću do sada preduzetu u oblasti prehrambenih aditiva. "Degussa" već povećava kapacitete 3 postojeća postrojenja za metijonin, u Holandiji, Nemačkoj i SAD, čime će ukupni kapacitet dostići 230, a sa novim postrojenjem, koje treba da se završi 2005, oko 380 kt/god. U oblasti jedinjenja silicijuma, u kojima je "Degussa" vodeći svetski proizvođač, ulaže se 80 mil. evra u modernizaciju i povećanje proizvodnje taloženog SiO<sub>2</sub>. U toku priprema novog postupka, razvijena su 2 nova proizvoda: SIPERNAT 2200, mikrogranulisani SiO<sub>2</sub> koji se koristi u prehrambenoj industriji i sredstvima za zaštitu bilja, i ULTRASIL 7005, disperzivni SiO<sub>2</sub> za auto-gume sa malim frikcionim otporom. "Degussa" sada raspolaže ukupnim svetskim kapacitetom za taloženi SiO<sub>2</sub> od preko 240 kt/god u 7 proizvodnih postrojenja, koji će se značajno povećati 2003. po završetku izgradnje novih postrojenja. Iz grupe silana, početkom 2002. završena je izgradnja u Nemačkoj postrojenja za proizvodnju DYNASYLAN MEMO, organo-funkcionalnog silana koji se koristi kao modifikator površina i promotor adhezije za ojačane poliestarske smole, punioce i pigmente za polimerne proizvode i finalne auto-premaze. Radi konsolidacije proizvodnje osnovana

su 2 zajednika preduzeća. "Degussin" sektor aerosila i silana osnovao je zajedničko preduzeće "Novara Technology" sa firmom "Gel Design Engineering" koja je razvila novi sol-gel postupak za proizvode velike čistoće od kvarcnog stakla. Za proizvodnju se kao sirovine koriste pirogeni SiO<sub>2</sub> i estri silicijumove kiseline, koje proizvodi "Degussa". Drugo zajedničko preduzeće osnovano je sa turskom firmom "Egesil" koja proizvodi taloženi SiO<sub>2</sub> za auto-gume, gumene tehničke delove i emulzione boje. "Degussa" je krajem 2001. otkupila učešće od 25%, a u toku sledećih godina predviđa otkup većinskog učešća. "Egesil" sada raspolaže proizvodnim kapacitetom od 8 kt/god, a zajedničko preduzeće predviđa povećanje na oko 15 kt/god i uvođenje nove tehnologije za proizvodnju visoko-kvalitetnog SiO<sub>2</sub> za auto-gume.

U akciji svog prestrukturisanja holandska firma "Akzo Nobel" otkupila je od "Hoechst" njenu firmu za proizvodnju veterinarskih proizvoda "Hoechst Roussel Vet", uključujući sva proizvodna postrojenja i istraživački institut sa ukupno 2400 zaposlenih. Ovim otkupom će se udvostručiti veterinarsko poslovanje postojećeg preduzeća "Intervet" firme "Akzo Nobel" na kombinovani promet od oko 200 mil. evra. Radi povećanja svog farmaceutskog poslovanja, "Akzo Nobel" je otkupio američku biotehnošku firmu "Covance Biotechnology", vodećeg američkog proizvođača biofarmaceutskih proizvoda, koja je 2000. ostvarila prodaju od oko 70, a predviđa 2001. oko 125 mil. evra. "Covance Biotechnology" će biti pripojena firmi "Diosynth", proizvođaču aktivnih farmaceutskih sastojaka "Akzo Nobela", koja je 2000. ostvarila prodaju od 400, od čega oko 100 mil. evra za biofarmaceutske proizvode. "Diosynth" proizvodi biofarmaceutske proizvode u Holandiji, a ulaže 75 mil. evra u povećanje tog postrojenja do 2002., a "Covance" će povećati njegove proizvodne kapacitete i pomoći poslovanju u SAD. "Akzo Nobel" prodala je svoje učešće u zajedničkom preduzeću "Akzo-PQ Silica" svom partneru američkoj firmi PQ, uključujući 6 proizvodnih postrojenja u Evropi i istraživačko-razvojni institut u Holandiji. Preduzeće proizvodi različite proizvode na bazi silicijuma, od silikata dobijenih raspršivanjem za deterdžente do rastvorljivih silikata za industrijsku primenu.

### KONGRES CHISA 2002.

Češko društvo hemijskih inženjera organizuje 15. jubilarni internacionalni Kongres hemijskog i procesnog inženjerstva CHISA 2002, koji će se održati 25-29.8.2002. u Pragu. Na Kongresu će biti održano 7 plenarnih, 50 osnovnih i preko 1250 ostalih predavanja uz očekivano učešće od 1100-1300 učesnika iz preko 60 zemalja. Pored pojedinačnih plenarnih predavanja, osnovna predavanja su podeljena u 5 tematskih grupa koje obuhvataju određene teme i simpozijume:

1. Tematska grupa: Reakciono inženjerstvo

- tema: Reakciono inženjerstvo
- simpozijum: Trickle Bed reaktori

2. Tematska grupa: Separacioni procesi

- teme: Membranski procesi, ravnoteža faza i osobine fluida
- simpozijum: Mikro- i Mezo-porozni materijali, Superkritični fluidi

3. Tematska grupa: Strujanje fluida

- tema: Strujanje fluida
- simpozijum: Multifazna strujanja

4. Tematska grupa: Sistemsko inženjerstvo

- tema: Kompiuteri u procesnom inženjerstvu

5. Konferencija o integraciji procesa

5. Tematska grupa: Sistemi i tehnologija

- simpozijumi: Ekološko inženjerstvo, Bezbednost procesa, Održiva hemijska tehnologija, Prehrambena tehnologija, Hemijsko-inženjersko obrazovanje.

Obaveštenja: [www.chisa.cz./2002](http://www.chisa.cz./2002).

### SAVETOVANJE YUNG>4P>2002.

Jugoslovenska asocijacija za naftu i gas YUNG, multidisciplinarna strukovna organizacija za oblast nafte, gasa, petrohemijske i komplementarne industrije, organizuje jugoslovensko savetovanje sa međunarodnim učešćem "YUNG >4P>2002" 25-27. septembra 2002. u Novom Sadu. Tema savetovanja je "Naftna industrija Jugoslavije - sadašnjost i budućnost", a biće organizovano po tradicionalnom konceptu "4P" (proizvodnja, prerada, promet i primena). Ciljevi savetovanja su:

- identifikacija posledica dugotrajne degradacije, aktuelnih problema tranzicije u toku i mogući pravci razvoja naftno-gasne, petrohemijske i komplementarne industrije Jugoslavije,

- analiza tranzicionih procesa u naftnoj, gasnoj i petrohemijskoj industriji zemalja centralne i istočne

Evrope - iskustva, komparacije i pouke,

- iznalaženje konkretnih vidova saradnje sa međunarodnim institucijama i inostranim partnerima,

- jačanje uticaja naučno-stručnog potencijala i profesionalnog rada na aktuelna zbivanja u javnom i privrednom životu,

a tematske oblasti:

- modeli ekonomskog i tehničko-tehnološkog uključenja u svetsko tržište,

- liberizacija i modernizacija privrede i društva kao i harmonizacija sa međunarodnom praksom,

- istraživanje proizvodnje nafte, gasa, podzemnih voda i geotermalne energije u zemlji i inostranstvu u uslovima aktuelnih promena (sekcija P1),

- rafinerijska i petrohemijska prerada u izmenjenim tržišnim okolnostima i mogući pravci razvoja (P2),

- marketing i finansijska strategija u funkciji tržišnog pozicioniranja (P3),

- primena goriva i maziva sa aspekta savremenih tehnologija i zahteva tržišta (P4),

- organizacija preduzeća, strukture, procesi i ljudski resursi,

- sistemi i tehnike upravljanja životnom sredinom,

- sistem upravljanja kvalitetom-problemi i efekti primene,

- razvoj primene informatičkih tehnologija.

Radovi će biti iznošeni na plenarnim, sekcijским i poster sednicama, sekcije i poster sednice radiće tematski po konceptu 4P, radni jezici su srpski i engleski.

Informacije: NIS - Naftagas Promet, Sekretarijat Savetovanja YUNG-a, Bulevar oslobođenja 69, 21000 Novi Sad; telefoni +38121/52-548 i 24-099; faks +38121/612-244; E-mail: [yung4p@nap.co.yu](mailto:yung4p@nap.co.yu), <http://www.yung4p.org>.

### NOVI KATALIZATORI ZA SINTEZU AMONIJAKA

Klasični Haberov proces za sintezu amonijaka je star oko 100 godina i vrlo ga uspešno proizvodi u velikim količinama, ali nije dovoljno rentabilan za većinu velikih kompanija da bi zadržale svoja postrojenja. Najčešće korišćeni katalizator za ovu sintezu sastoji se od gvožđa, modifikovanog na različite načine, i intenzivno se ispituje već čitav vek. Nedavno je objavljen sastav prve od novih generacija katalizatora pogodnih za industrijsku sintezu amonijaka, ternerni nitridi gvožđa ili bakra sa molibdenom. Za sintezni gas (H<sub>2</sub> i

CO) katalitička aktivnost Co<sub>2</sub>Mo<sub>3</sub>N iniciranog cezijumom na 400<sup>o</sup> i pritisku od 5 MPa je znatno veća, za faktor 2 ili više, od postojećih standardnih katalizatora sa gvožđem. Iz ovog proizilazi da ni Haberov proces nije dostigao svoju graničnu vrednost.

### NOVI POSTUPAK ZA FOSFORNU KISELINU

U Belgiji je 1996. osnovana firma "EcoPhos" koja se, na osnovu radova jednog marokanskog hemičara nagrađenog na Sajmu pronalazača u Briselu, u početku bavila poboljšanjem metoda za prečišćavanje, a sada radi na razvoju novog ekološki povoljnog postupka za proizvodnju fosforne kiseline. U klasičnom postupku vrši se digestija fosforne rude sumpornom kiselinom i dobija sirova "zelena" fosforna kiselina i, kao sporedni proizvod, gips (kalcijum-sulfat) u srazmeri 5 t gipsa na 1 t kiseline. Dobijene velike količine gipsa su značajno uticale na smanjenje evropske industrije fosfornih đubriva u toku poslednje dekade, usled problema uklanjanja gipsa koji može biti zagađen teškim metalima. U novom postupku "EcoPhosa" digestija fosforne rude vrši se, umesto sumpornom, hlorovodoničnom kiselinom, nečistoće se lako uklanjaju, a kao sporedni proizvod dobija kalcijum-hlorid koji se može prodati na tržištu kao odmrzivač i za druge primene. Pored toga, očekuje se da će dobijena fosforna kiselina biti dovoljno čista za tehničke primene i proizvodnju fosfatnih soli, dok se sada najveći deo industrijske fosforne kiseline dobija iz "zelene kiseline" za dobijanje đubriva, skupim postupkom prečišćavanja. Svoj postupak digestije fosfata hlorovodoničnom kiselinom je ranije razvila izraelska firma "Israel Mining Industries", i industrijski ga koristila u Izraelu i Evropi, ali je u njemu korišćena koncentrovana kiselina, koja je izazivala koroziju i otežavala uklanjanje nečistoća, te se više ne koristi.

Belgijska firma "Solvay", sa postrojenjima za proizvodnju hlora širom Evrope, otkupila je 15% imovinskog učešća u "EcoPhosu" i, kao deo investicionog sporazuma, predviđa do 2002. izgradnju pilot-postrojenja u jednom svom kompleksu u Francuskoj koristeći raspoložive količine otpadne sone kiseline. U slučaju povoljnih rezultata, "Solvay" će razmotriti povezivanje proizvodnje hlornih derivata i fosforne kiseline.

## PROIZVODNJA I POTROŠNJA BORNH HEMIKALIJA

"DuPont" je pre 30 godina razvio proizvodnju trifenilbora (TPB) i triizopropilborata (TIPB), i proizvodi hiljade tona godišnje, ali su one predstavljale industrijsku tajnu, jer su korišćene samo za internu upotrebu. Ove hemikalije se koriste kao intermedijari u proizvodnji adiponitrila radi njegove konverzije u heksametilendiamin koji, sa adipinskom kiselinom, predstavlja osnovu za proizvodnju najlona 6,6. Borni derivati utiču na povećanje prinosa, ali se, za razliku od katalizatora, ne mogu ponovo koristiti, niti se uključuju u finalni proizvod, već ulaze u otpad iz koga se, hidrolizom u bornu kiselinu, moraju ukloniti pre njegovog izbacivanja. Drugi proizvođači najlona 6,6 ih ne koriste, ali se mogu koristiti za različite druge primene: TPB se npr. može koristiti kao katalizator, aditiv za motorna goriva, usporivač plamena i agrohemijska, potencijalno, kao fotoinicijator, a TIPB koji proizvode i druge firme, kao katalizator, ulje za podmazivanje i u proizvodnji finih hemikalija. "DuPont" je 2001. prvi put izneo ove proizvode na tržište i obavestio zainteresovane firme da raspoloživi kapaciteti omogućuju njihovu potrošnju u industrijskoj proizvodnji. Za najveću primenu, kao intermedijara u proizvodnji najlona, firma predviđa davanje licence za proizvodnju adiponitrila i isporuku TPB i TIPB. Potencijalna primena je zamena derivata butil-kalaja za podvodna premazna sredstva za brodove, jer su zakonski propisi mnogih država sve strožiji o njegovoj primeni, pošto se sumnja da su štetni za podmorski život. "DuPont" ovim pokušava da poveća korišćenje postojećih kapaciteta, ne samo nalaženjem potencijalnih kupaca, već i razvojem primene ovih proizvoda unutar svojih poslovnih sektora. Firma nema neposredne planove za povećanje proizvodnih kapaciteta iznošenjem ovih hemikalija na tržište, ali ta mogućnost postoji znatnijim povećanjem prodaje.

## POBOLJŠANJE SEPARACIJE ETILENA IZ REAKCIONE SMEŠE

Etilen je najveći petrohemijski proizvod, sa svetskom potrošnjom od 90 Mt/god i širokom primenom za hemijske, polimerne i druge proizvode, a proizvodi se termičkim razlaganjem (parnim krekningom) određene frakcije nafte ili etana. Bez obzira na sirovinu, sirovi proizvod je kompleksna gasovita smeša vodonika, etilena, drugih olefina i benzina sa manjim sadržajem acetilena i CO. Za separaciju etilena i drugih proizvoda krekninga neophodni su kompresija i hlađenje, energetski intenzivne operacije koje u ukupnim proizvodnim troškovima učestvuju sa 75%. U toku poslednjih 30 godina vršena su mnoga istraživanja za nalaženje jeftinijih

postupaka separacije i prečišćavanja etilena, kao što su kompleksna jedinjenja različitih metala koja vezivanjem izdvajaju etilen iz reakcione smeše.

Istraživači kompanije "Exxon Mobil" pronašli su potencijalni novi proces koji se zasniva na sposobnosti nikal-ditiolen-kompleksa da reverzibilno veže etilen redoks-procesom, tako da se pri oksidacionom stanju etilen vezuje, a pri redukcionom oslobađa. Za razliku od ispitivanih kompleksa drugih metala, kao što su molibden, bakar, srebro itd., etilen se ne vezuje za metalni centar, već za atome sumpora u kompleksu, na kompleks ne utiču drugi sastojci smeše, koji najčešće "truju" reaktivne metalne centre, etilen se ne vezuje čvrsto za kompleks, što olakšava njegovo kasnije odvajanje. Međutim, da bi se proces realizovao neophodna je uspešna zamena kriogenog procesa. U novom procesu radi se sa velikim količinama relativno skupih jedinjenja, a posle separacije etilena ostaje problem kako razdvojiti ostale komponente, što je takođe neophodno. Kako su veliki troškovi separacije etilena iz proizvoda krekovanja posledica nepotpune konverzije sirovine i relativno male selektivnosti prema etilenu, verovatno je realno rešenje razvoj postupka sa mnogo većim prinosom etilena i eliminisanje velikog dela separacione opreme.

## NOVI POLIPROPILENSKI KOMPOZITI

Britanska kompanija BP planira proizvodnju nove generacije termoplastičnih, samočvršćavajućih pločastih kompozita, koji se mogu oblikovati, pod nazivom Kurv. Samočvršćavajući polipropilen Kurv može da se termički oblikuje, presuje ili lije pod pritiskom dajući, kako firma navodi, proizvode sa izvanrednim mehaničkim osobinama, uključujući uzuzetni otpor na udar i osobine pri hladnoći. Novi proizvod se može kombinovati sa drugim materijalima, kao što su polipropilenske pene i saća, čime se dobijaju ultra-laki, vrlo kruti i potpuno reciklabilni laminati. Firma navodi da će Kurv omogućiti korisnicima da izmene mogućnosti korišćenja kompozita, a moguće primene obuhvataju auto-delove, ličnu zaštitnu opremu, sportske proizvode, audio-opremu, proizvode široke potrošnje i građevinske materijale. Proizvodnja nove generacije kompozita predviđena je 2001. na lokaciji BP u Nemačkoj, korišćenjem jedinstvene tehnologije, poznate kao vruće sabijanje, koja je bila razvijena na Univerzitetu Leeds (V. Britanija). Tehnologija obuhvata termički tretman potpuno orijentisanih termičkih vlakana, visokog modula, radi topljenja malog dela obloge svakog pojedinog vlakna. Hlađenjem, istopljeni materijal povezuje vlakna u debele homogene ploče, koje zadržavaju visoke meha-

ničke karakteristike početnih vlakana i mogu da se termički oblikuju u različite proizvode u širokoj temperaturnoj oblasti. BP proizvodi uzorke novog materijala za proizvođače i snabdevače radi ispitivanja u nizu primena.

## KAPSULOVANJE LEKOVA U SUPERKRITIČNOM CO<sub>2</sub>

Istraživači Univerziteta u Nottinghamu (V. Britanija) razvili su novi postupak kojim se, pri proizvodnji farmaceutskih formulacija, zadržava aktivnost proteina i drugih biomolekula pri njihovom unošenju u polimerne kapsule ili biodegradabilne sisteme, jer su oni često labilni u mnogim rastvaračima, a zatvaranje u kapsule ometa i njihovo deaktiviranje na višim temperaturama. U novom postupku unošenje u polimerne kapsule vrši se u superkritičnom CO<sub>2</sub> koji ne solubilizira polimere ili proteine, već smanjuje tranzicionu temperaturu polimera, te praktično vrši njihovu plastifikaciju, smanjujući njihovu viskoznost, tako da mogu da uključe svaku bioaktivnu supstancu sa kojom je pomešana. Istraživači iz Nottinghama, u saradnji sa istraživačima iz ruske Akademije nauka su uspešno izveli kapsulovanje mnogih značajnih bioaktivnih molekula, uključujući kalcijum-hidroksiapatit (koristan za regeneraciju kostiju) i proteine koji se koriste za medicinske uređaje i strukture za tkiva, a najvažniji test da CO<sub>2</sub> ne deaktivira lek odn. enzim uspešno je izvršen. Pored toga, superkritični CO<sub>2</sub> se uspešno koristi za kontrolu poroznosti kompozita što je posebno značajno za kontrolisano unošenje formulacija u organizam.

Postupak kapsulovanja najpre je izvođen u autoklavu, neophodnog radi održavanja super-kritičnog pritiska, ali je utvrđeno da smanjenjem pritiska CO<sub>2</sub> stvara mehure (pore) u polimeru i da prilikom njegovog ispuštanja dolazi do reverse plastifikacije, polimer postaje "staklast", a struktura pora i bioaktivna komponenta su "vezani" za njega. Početni pritisak, temperatura i brzina ispuštanja CO<sub>2</sub> mogu se kontrolisati čime se utiče na krajnju poroznost.

S obzirom na industrijsku perspektivu, američka firma "Ferro" izgradila je i pustila u rad više pilot-postrojenja a već aktivno vrši marketing novog postupka u svetu. Postupak nije ograničen na proizvodnju farmaceutskih proizvoda, već se, teorijski, može koristiti za svaki protein i druge biomolekule osetljive na rastvarače ili toplotu. Primeri su insulin, radi njegove lakše primene ili ispuštanja duže vreme u organizmu, korišćenje molekula na bazi proteina i nukleinskih kiselina radi poboljšanja angiogeneze (stvaranje krvnih sudova), lekovi za rak, uništavanje invazivnih bakterija i poboljšanje regeneracije tkiva.

**NOVO PUNJENJE ZA REAKTIVNU DESTILACIJU**

Švajcarska firma "Sulzer Chemtech" proizvodi strukturno punjenje za kolone Katapak-S (S za sendvič) u kojem su zrna katalizatora imobilisana u vrećicama, ispletanih od metalne mrežice, koje su kao sendvič postavljene između rebrastih ploča punjenja. Pošto su ploče zavarene u konstrukciju punjenja, formira se sistem kanala pod određenim uglom, a vrećice sa katalizatorom su tako postavljene između ploča da nastaje sistem unakrsnih kanala, što povezuje osobine punjenja kao nosača katalizatora sa prednostima samog punjenja. Usled kapilarnog dejstva zrna katalizatora, reakciona tečna faza prvenstveno teče kroz vrećice sa katalizatorom, te ih veoma dobro kvasi i dolazi do efikasnog dodira tečnosti i katalizatora, što se ispoljava velikom brzinom reakcije i manjom potrošnjom katalizatora. Pored toga, i pri malom protoku tečnosti se ne zadržava na katalizatoru, već pravilno otiče i ne odnosi čestice katalizatora, jer je on fiksiran u vrećicama, a usled tipa strujanja unutar punjenja dolazi do manjeg gubitka usled abrazije, što takođe znatno smanjuje gubitak katalizatora.

Značaj ovog rešenja je da se kod heterogenih katalitičkih procesa katalizator često mora, zbog regeneracije ili zamene, izdvojiti iz reakcione smeše njenim kasnijim skupim čišćenjem. Korišćenjem Katapak-S punjenja stupanj kasnijeg čišćenja postaje suvišan, jer je katalizator fiksiran u vrećicama te ga reakciona smeša ne odnosi sa sobom. Pošto se, kao što je normalno kod heterogenih katalitičkih procesa, i u ovom slučaju katalizator mora povremeno regenerisati ili zameniti, regeneracija se može izvršiti u samom punjenju, ako je aktivnost katalizatora samo malo smanjena. Međutim, ako je on ireverzibilno zatrovan, mora se izvršiti zamena, u kom slučaju prednost punjenja je da se vrećice mogu više puta puniti katalizatorom, čime se štedi materijal i smanjuju troškovi jer su troškovi ponovnog samo 40-50% troškova novog.

Iako se Katapak-S punjenje može koristiti kao nosač katalizatora i za protočne reaktore, ono se prvenstveno koristi za reaktivnu destilaciju, koja predstavlja inženjersko-tehnološku kombinaciju hemijskog procesa i razdvajanja proizvoda destilacijom. Ona je posebno pogodna za reakcije koje ne idu do kraja, usled uspostavljanja hemijske ravnoteže, jer se stalnim uklanjanjem proizvoda iz reakcione smeše destilacijom ona ne

uspostavlja, te se postižu veća brzina reakcije i znatno veći prinosi nego kod postupaka gde se hemijski proces i razdvajanje proizvoda vrše jedno za drugim. Primeri procesa u kojima se ona uspešno primenjuje su esterifikacija, eterifikacija, alkilovanje i hidrogenovanje, jer se za strukturno punjenje može koristiti skoro svaki čvrsti katalizator.

Pored heterogenih, reakciona destilacija se koristi i za homogene katalitičke procese sa tečnim katalizatorom (npr. sumporna kiselina). U ovom slučaju prednost strukturnog punjenja je da katalizator ostaje u reaktoru i ne mora se, u kasnijem procesnom stupnju, izdvojiti iz reakcione smeše; veći prinosi i jednostavnost upravljanja procesom značajno smanjuju investicione i reakcione troškove.

Ako je potrebna veća efikasnost razdvajanja, za reaktivnu destilaciju koristi se tip punjenje Katapak-SP (SP za Separation Performance-efikasnost razdvajanja). Kod ovog tipa punjenja se ploče iz Mellapacka, jednog često korišćenog punjenja za destilacione kolone, ugrađuju naizmenično sa Katapak S punjenjem ili se direktno integrišu u njegovu strukturu.

Strukturno punjenje Katapak proizvodi se skoro svih veličina, najveće isporučeno je prečnika 1,2 m ali je, izgradnjom po segmentima, moguće i svaki drugi prečnik. Takođe se koriste i različiti konstrukcioni materijali npr. postojani na korozionu sredinu. Mnogobrojne industrijske reaktivne kolone sa ovim punjenjem već se koriste za razne hemijske procese.

**POSTROJENJE ZA HIDROGENOVANJE**

Američka firma "Chemical Exchange Industries" izgradila je i pustila u rad postrojenje za hidrogenovanje na visokom pritisku namenjenom za komercijalne procese male i srednje veličine različitih supstanci, uključujući specijalne hemikalije, petrohemijske i naftne proizvode. Firma nudi korišćenje postrojenja za rad pod zakupom, a sama ga koristi za proizvodnju pentadienskih derivata. Hidrogenator je jedini u SAD za pritisak od 140 bara, a male veličine: visine oko 6 m, unutrašnjeg prečnika oko 25 cm, sadrži oko 370 l katalizatora, najveće radna temperatura je oko 230°. Postrojenje može da radi sa protokom od 3,8 l/min i 1 tečne prostorne brzine na sat. Sirovina se meša sa vodonikom i predgreva vrućim uljem do reakcione temperature pre ulaska u reaktor. Za sušenje svežeg katalizatora u reaktoru koristi se vreo azot.

**NOVI GENERATOR VODENE PARE**

Američka firma "Clean Energy Systems" razvila je generator vodene pare, za koji se predviđa da će povećati efikasnost njene proizvodnje od sadašnjih 33-35% na 75-80%. Sa ovom efikasnošću, cena električne energije bi bila znatno niža, a druga prednost je da nema emisije otpadnih gasova, jer se u procesu koriste samo kiseonik i dejonizovana voda. Generator pare je valjak dužine oko 210 cm čiji prečnik određuje obim proizvodnje. Krajem 2001. firma predviđa ispitivanje uređaja prečnika oko 30 cm koji bi davao snagu od 10 MW, a rad delimično finansira sa 1,8 mil. dolara Sekretarijat za energiju (DOE). U postupku smeša metana, kiseonika i dejonizovane vode se injektuje u komoru za sagorevanje, dajući smešu vodene pare i CO<sub>2</sub> na 1650° i pritisku od oko 100 bara. Na kraju ciklusa para se kondenzuje, CO<sub>2</sub> izdvaja radi eventualne prodaje, a voda recikljuje u generator. Efikasnost sadašnjih parnih turbina je ograničena, jer ne mogu da koriste vodenu paru temperature iznad 620°, što će sprečiti povezivanje novog generatora sa turbinama da bi se postigla efikasnost od 75-80%; turbine za veće temperature razvijaju se u Japanu. U kraćem roku, postupak može da se koristi za proizvodnju "čiste" energije u zadimljenim oblastima, a firma je već dokazala da se temperatura pare radi upotrebe u turbinama može smanjiti do 620° ne utičući na sastav gasa koji pokreće turbinu, injektovanjem dejonizovane vode.

**NOVI ANALIZATOR RAZLIČITIH GASOVA**

Firma "Enviro Technology" proizvodi analizator gasova sa laserskom diodom LD 500 koji izuzetno brzo i pouzdano meri do 4 gasa preko do 6 monitoring veza. Sistem laserskih dioda, koji se može regulisati, predstavlja ekonomski povoljnu metodu za kontrolu jedne ili više ventilacionih cevi, a analizator LD 500 predstavlja centralnu jedinicu sistema. U analizatoru mogu da se postave do 4 glave laserskih dioda, a svaki modul meri drugi gas. Svetlost iz internih laserskih dioda emituje se optičkim kablom dužine do 1 km u sistem koji je sakuplja, i drugim optičkim kablom vraća u LD 500 gde se signali obrađuju, ocenjuju i rezultati prikazuju za do 1 s. Promena konfiguracije se postiže dodatkom drugih laserskih modula u analizator i/ili upotrebom dodatka u sistem koji omogućuje korišćenje više monitoring veza. Laserski moduli mogu se izabrati za različite primene npr. H<sub>2</sub>S

za kanalizacione sisteme i rafinerije nafte, HF/H<sub>2</sub>O za topionice aluminijuma, HCl/H<sub>2</sub>O za spaljivanje otpada, NH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O za DeNO<sub>x</sub> primene, CO/CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S za monitoring procesa, O<sub>2</sub>/temperatura za kontrolu peći i CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>O za petrohemijska postrojenja. Sistem je kompatibilan sa kompjuterskim programom za menadžment zaštite okoline Enviman koji upravlja mrežom i automatski sakuplja podatke.

### KALIBRISANJE STAKLENIM MIKROKUGLICAMA

Britanska firma "Whitehouse Scientific" je najveći svetski proizvođač vrlo precizno izrađenih, standardnih staklenih mikrokuglica za kalibrisanje uređaja. Referentne kuglice su veličine 0,1–5000 μm i isporučuju se iste veličine ili sa širokom raspedelom veličina, a mogu se koristiti kao standard za bilo koju metodu granulometrijske analize, od tradicionalnog sejanja do najnovijih laserskih metoda, kao i za kalibrisanje filtera. Za kalibrisanje uređaja za granulometrijsku analizu, set obuhvata 7 standarda u oblasti 0,1–2000 μm, kuglice se proizvode specijalnom metodom da bi se svele na minimum greške uzorkovanja i pakuju u ambalazu raznih težina radi primene za različite metode za analizu. Firma sada proizvodi monodisperzne staklene mikrokuglice (Monospheres) u više od 100 veličine od 5 μ do 10 mm. Sa uskom raspedelom veličine i samo nekoliko mikrona razlike između mnogih tipova, Monospheres imaju široku primenu uključujući kalibrisanje granulometrijskih analizatora, mikroskopiju, mikro-inženjerstvo, studije strujanja u turbinama, simulaciju kosmičke prašine za sate-litske studije, studije filtriranja i separacija, zagađivanje prašinom i kontrolu zagađenja, adhezionu tehnologiju i brojne farmaceutske primene. Proizvodnja Monospheres se strogo kontroliše, dobijeni materijal razdvaja po obliku radi postizanja optimalne sferičnosti, a suv prah ima izvrsnu stabilnost. Druga oblast primene je precizan postupak kalibrisanja uređaja za granulometrijsku analizu sejanjem, koja je široko korišćena i jeftina metoda, ali su tražene specifikacije sve strožije. Firma je razvila novu metodu kalibrisanja sita, koja se zasniva na korišćenju preciznih mikrokuglica u oblasti od 10 μm do 10 mm, kojom se postižu brzi i reproduktivni rezultati nezavisno od načina trešenja sita. Dalja oblast primene je kalibrisanje filtera za koji se koriste jednake staklene mikrokuglice radi određivanja srednje veličine pora. Metoda se može primeniti za većinu filter-materijala, uključujući kompleksne tkane i netkane, koje je inače nemoguće kalibrirati. Uski standardi raspodele obuhvataju

oblast veličine od 3 do preko 500 μm, a u testu se mikrokuglice seju, korišćenjem zvučne energije, kroz okrugli komad filtra prečnika 90 mm. Srednja veličina pora se određuje iz % mikrokuglica koje su prošle kroz filter, korišćenjem kalibracionog grafa za sertifikovani standardni test.

### USAVRŠENJE SAVREMENIH ANALITIČKIH METODA

Firma "PerkinElmer" razvila je novu metodu za analizu sadržaja nafte u vodi; sada se za male količine ugljovodonika koristi IR-spektrometrija, uz prethodnu ekstrakciju ugljovodonika Freonom ili CCl<sub>4</sub> kao rastvaračima. Iz ekoloških i zdravstvenih razloga "PerkinElmer" je razvio alternativnu metodu sa ekstrakcijom n-pentanom u kombinaciji sa gasnom hromatografijom (GC) i detekcijom jonizacije plamenom (FID) i uporedno je sa IR-metodom prema ISO 9377-2 na svim podmorskim instalacijama u Norveškoj. Nova metoda može se koristiti za sve nepolarne ugljovodonike sa vremenom zadržavanja između NC<sub>10</sub> i NC<sub>40</sub>, koji se ekstrahuju n-pentanom, ne adsorbuju na Florosilu i mogu da se detektuju sa FID na GC. Metoda je razvijena u saradnji sa naftnim kompanijama, a priprema uzorka je slična IR-metodi. "PerkinElmer" je usavršio metodu eliminisanjem dugotrajne koncentracije uzorka, razvojem sistema sa više uređaja radi prethodnog uklanjanja najvećeg dela rastvarača kroz izlazni otvor, koji se potom zatvara i temperatura injektora brzo povećava, te dolazi do isparavanja ugljovodonika u kolonu. To sprečava opterećenje kolone rastvaračem, a zadržava "efekat rastvarača" da bi se dobili oštri pikovi na dijagramu. Prethodnim uklanjanjem rastvarača eliminiše se ceo stupanj koncentrisanja i uprošćava osnovni postupak, kalibrisanje sistema vrši se jednom nedeljno ili mesečno, a trajanje analize jednog uzorka traje samo 15 min.

Firma je takođe razvila gasno-hromatografski-maseno-spektrometrijski (GC/MS) sistem za analizu vode za piće i čvrstog otpada, što je posebno komplikovano jer jedinjenja koja se određuju zavise od specifične industrije. Ovaj sistem je postao neophodan za analizu ekoloških uzoraka različitog sastava, kao što su metode američke Agencije za zaštitu okoline (EPA) koja rutinski specificira 40–100 jedinjenja koja se mogu odrediti jednom analizom. U novom sistemu kombinuju se, radi povećanja osetljivosti, određivanje selektivnih jona sa monitoringom potpunog skeniranja jona, da bi se potvrdila identifikacija analiziranog uzorka. Istovremena upotreba obe metode daje kako primarne tako i potvrdne informacije jednim hromatografskim ogleđom. Za uzorke čvrstog otpada, osetljivost je povećava

na korišćenjem injektovanja velikih zapremina, dok uklanjanje rastvarača pre unošenja u kolonu analiziranog uzorka obezbeđuje efikasnu analizu.

Termički desorber ove firme TurboMatrix uprošćava i ubrzava uzorkovanje za GC, dok se troškovi po uzorku svode na minimum, desorpcijom isparljivih i semi-isparljivih materija dvostepenim postupkom iz suda za uzorak, usmeravajući ih na uski otvor hladnog prihvatnog suda radi direktnog prenosa u GC-kolonu. Nije potrebna značajnija priprema uzorka, a ovaj postupak eliminiše upotrebu skupih kriogenih tečnosti i rastvarača, dok istovremeno povećava značaj hromatografije i poboljšava osetljivost. Termička desorpcija je vrlo pogodna za monitoring ekološkog nivoa organskih zagađivača, i uprošćava mnoga rutinska određivanja isparljivih organskih jedinjenja u proizvodima kao što su polimeri, farmaceutski i prehrambeni proizvodi i premazi.

Firma "Bruker Optics" proizvodi kompaktni, snažan spektrometar Matrix sa hermetički zatvorenim kućištem i permanentno priključenom optikom, te je pogodan za rad pri najtežim procesnim uslovima. Korišćenjem fakultativno ugrađenog eksternog multipleksora, sa jednim instrumentom može se vršiti monitoring do 48 reakcija. Na raspolaganju je veliki broj adaptiranih sonde radi određivanja supstance koja se analizira u tečnostima, emulzijama, prahovima i tabletama. Bliska IR-spektroskopija može se koristiti za veliki broj hemijskih jedinjenja, a razvojem industrijski ojačanih sonde i transmisionih ćelija može se vršiti merenje pod ekstremnim uslovima npr. pritiscima preko 20 bara i temperaturama preko 200°. Spektrometar se često koristi za monitoring proizvoda u hemijskoj, petrohemijskoj, farmaceutskoj, polimernoj i prehrambenoj industriji.

Hemijski mikroskop je inovativni laboratorijski instrument za jonsku masenu spektrometriju firme "Millbrook Instruments". Korišćenjem masene spektrometrije za ispitivanje površinskog i blisko-površinskog sloja čvrste materije, za samo nekoliko minuta dobija se slika koja pokazuje hemijski sastav uzorka, a oblasti primene su elektronske komponente, biomaterijali, premazi, materijali za pakovanje, adhezivi i katalizatori. Za razliku od uobičajenih instrumentata za površinsku analizu, hemijski mikroskop je kompaktni, jeftin, snažan i lak za rukovanje. Troškovi analize su oko 10% normalnih troškova za hemijsku analizu površine, te je instrument posebno pogodan za rad sa velikim brojem uzoraka, kao što su kontrola kvaliteta i rutinske analize.

### POVEĆANJE ZAŠTITE OKOLINE OD HEMIKALIJA

U izveštaju Organizacije za ekonomsku kooperaciju i razvoj (OECD), grupe 30 najbogatijih svetskih industrijalizovanih zemalja, predviđa da će se za 20 godina proizvodnja hemijske industrije povećati za 85% u odnosu na 1995. U istom periodu, najveći deo hemijske industrije zemalja OECD preći će na proizvodnju specijalnih hemikalija i proizvoda za zdravstvo, dok će zemlje u razvoju proizvoditi najveći deo veliko-tonažnih baznih proizvoda. U međuvremenu će se nastaviti konsolidacija unutar globalne hemijske industrije, što će dovesti do manjeg broja većih multinacionalnih proizvođača. Usled ovih dubokih promena u hemijskoj industriji tokom sledećih 20 godina, u izveštaju se naglašava neophodnost da države vode novu politiku zaštite okoline. Zakonodavci treba da povedu brigu o povećanom uticaju hemikalija na zdravlje i bezbednost ljudi, do koga može da dođe povećanjem globalizacije, osnuju bazu naučnih podataka o razvoju bezbednijih hemikalija i nađu bolje načine za procenu rizika korišćenja hemikalija u proizvodima. Testovi bezbednosti, procena emisija i menadžment postojećih hemikalija na tržištu treba da se prošire na istraživanje veliko-tonažnih proizvoda, a nedovoljno poznavanje najvećeg broja hemikalija i proizvoda u kojima se oni nalaze, danas je najveći izazov za zakonodavce. Izveštaj sugerše vladama da razviju novi način procene bezbednosti radi ispitivanja grupa jedinjenja sličnih po strukturi, upotrebi ili drugim karakteristikama, što bi zamenilo ili dopunilo postojeće propise koji se odnose na pojedine hemikalije. U međuvremenu, koncepcija hemijske bezbednosti mora da se proširi radi postizanja bolje ravnoteže između efikasnosti proizvoda i njihovog ekološkog i zdravstvenog uticaja, što obuhvata upotrebu sirovina, bezbednost rada u toku proizvodnje i emisiju hemikalija u toku upotrebe. Vlade treba da pruže pomoć hemijskoj industriji da svoj "program odgovorne brige" o poboljšanju zdravlja, životne sredine i bezbednosti, zameni režimom "povećanje odgovornosti proizvođača". To bi obezbedilo da proizvođači preuzmu bar deo odgovornosti za postupak uklanjanja njihovih proizvoda posle prodaje i upotrebe od potrošača, sa ciljem izbora materijala od kojih nastaje manji otpad. U međuvremenu, zemlje OECD treba da objave detaljne informacije o ispuštanju hemikalija, slično "Inventaru

toksičnog ispuštanja" u SAD, i o hemijskoj bezbednosti, kao i da podrže razvoj programa hemijske kontrole u zemljama u razvoju.

### SPREČAVANJE EMISIJA ŽIVE IZ TERMoeLEKTRANA

Američki Sekretarijat za energiju (DOE) obezbedio je skoro 8 mil. dolara za rad 6 organizacija na razvoju postupaka za sprečavanje emisija žive iz termoelektrana na uglj. Finansirani postupci su: usavršeni kolektor čvrstih čestica, katalizatori za oksidaciju žive, adaptacija kontrolnog sistema sada korišćenog za peći za spaljivanje otpada, razvoj adsorbentasa na bazi kalcijuma, sistem električnog pražnjenja za oksidaciju žive i korišćenje hemikalija na bazi uglja i drugih. Prvo uspešno rešenje već je razvila firma "ADA-Environmental Solutions", koja je izvršila test injektiranja aktivnog uglja između elektrostatičkog taložnika i vrećastog filtra. Ovim postupkom uklonjeno je 80-85% žive, ali je procenjeno da bi troškovi uklanjanja 90% žive iz termocentrale od 500 MW iznosili oko 5 mil. dolara godišnje.

### DEZODORIZACIJA OTPADNIH GASOVA IMPULSIMA PLAZME

Japanska firma "Nissiu Electric" razvila je novi postupak za dezodorizaciju industrijskih otpadnih gasova koji se zasniva na impulsima plazme od 1000 u sekundi. Postupak je namenjen uklanjanju supstanci koje izazivaju smrad, kao što su sumporvodonič, amonijak, metil-merkaptan i acetaldehid, a efikasniji je i jeftiniji od uobičajene adsorpcije aktivnim ugljem. U postupku gas sa smrdljivim supstancama prolazi kroz "Plasma-Deo" reaktor, gde je izložen impulsima od 50 kV proizvedenih električnim pražnjenjem. Impulsi aktiviraju prisutne supstance tako da se one lako adsorbuju i oksidišu na katalitičkom adsorbensu, a do oksidacije dolazi kombinacijom katalizatora sa ozonom i drugim aktiviranim radikalima nastalih radijacijom impulsa plazme. Firma navodi da je efikasnost uklanjanja preko 10% veća od one sa aktivnim ugljem, početne investicije su nešto veće, ali su procesni troškovi oko 50% manji, jer katalizator traje oko 3 puta duže od aktivnog uglja pre nego što se ovaj mora regenerisati. Uređaj se proizvodi za protoke vazduha 10-600 m<sup>3</sup>/min.

### PREČIŠĆAVANJE GASOVA IZ PEĆI ZA SPALJIVANJE OTPADA

Nemačka firma "Lurgi Energie und Entsorgung" razvila je postupak Circoclean za prečišćavanje gasova iz peći za spaljivanje otpada korišće-

njem cirkulacionog fluidizovanog sloja. Postupak je ispitan 2001. u pilot-postrojenju u kome je uspešno prečišćavano 9000 m<sup>3</sup>/h ili 10% ukupnih gasova peći za spaljivanje otpada u Frankfurtu. Postupkom Circoclean uklanjaju se sumporni oksidi, kiseli gasovi (npr. HCl i HF), teški metali, dioksini i furani i dobija izlazni gas koji odgovara nemačkim standardima prema zakonu za zaštitu od emisija. U postupku se suvi adsorbens, smeša kalcijum-hidroksida, aktivnog uglja i koksa, dodaje izlaznom gasu koji ulazi u CFB-reaktor na 180-250°, a u njegov donji deo se injektuje voda pod pritiskom od oko 35 bara. Zagađivače vezuje adsorbens, koji se izbacuje na dnu suoda posle boravka od nekoliko časova i odnosi na deponiju. Alternativni procesi, kao skruberi sa krečom, su ili manje efikasni ili je potrebno dalje prečišćavanje, npr. sa mokrim skruberima. Investicioni troškovi su 10-15% manji nego za uobičajene raspršivače sa krečom, a Circoclean je lakši za rukovanje od raspršivača jer nema pokretnih delova.

### UKLANJANJE UGLJEN-DIOKSIDA IZ VAZDUHA

Američki Sekretarijat za energiju (DOE) obezbedio je 25 mil. dolara za finansiranje razvojno-istraživačkih projekata hvatanja i skladištenja gasova na bazi ugljenika, sa čime će pokrivati najmanje 20% troškova za svaki od 8 izabranih od 62 predloga. Od izabranih, projekat kompanije BP predviđa dokaz izvodljivosti hvatanja industrijskog CO<sub>2</sub>, primarnog gasa staklene bašte, i njegovog skladištenja u slojevima uglja i slanim izvorima; BP će uložiti 8,8 a DOE 5 miliona dolara.

Drugi projekat je firme "Praxair" koja predviđa projektovanje kotla sa membranom za izdvajanje iz vazduha kiseonika, koji bi se potom koristio za sagorevanje. Cilj je dobijanje izlaznog gasa obogaćenog CO<sub>2</sub> radi smanjenja kompleksnosti i troškova njegove izolacije. "Praxair" će uložiti 1,8 a DOE 4,1 mil. dolara.

### RAZARANJE HLORFLUOROUGLJENIKA PLAZMOM

U nemačkom Fraunhoferovom Institutu za hemijsku tehnologiju razvijen je proces korišćenja plazme za razaranje hlorfluorouglenika na 40-100° za koji se, s obzirom na nisku temperaturu u tzv. "plazma boci", očekuje da bude ekonomičniji od alternativnih postupaka, npr. sagorevanja. Boca je sud dužine 1 m eliptičnog preseka, kod koje bakarna

šipka prolazi kroz jednu od 2 tačke, a kvarna cev prečnika 4 cm kroz drugu, obe celom dužinom suda. Vazduh sa 5–10 zapr.% CFC prolazi kroz cev na 200–500 mbar, dok su mikrotalasi od 2,45 GHz i 6 kW upravljani na šipku, sa divergentnom radijacijom, pa se potom reflektuju od površine zida boce na cev. Mikrotalasi proizvode plazmu u cevi, stvarajući jone i elektrone velike energije, koji razaraju CFC do ispod granice detekcije. Kao proizvodi nastaju H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, HCl i HF, a kiseli gasovi mogu se neutralisati u skruberima. Institut i jedan japanski industrijski partner ispituju prototip uređaja.

### **KOMBINOVANI POSTUPAK ZA POTPUNO PREČIŠĆAVANJE INDUSTRIJSKIH OTPADNIH VODA**

Kombinacijom klasičnih i modernih tehnoloških operacija moguće je prečistiti industrijske otpadne vode tako da se prečišćena voda može ponovo koristiti u procesu. Klasičnim operacijama mogu se ukloniti otpaci, ulja, čvrste materije i metali, a modernim ukloniti otpadne organske i rastvorene čvrste materije (soli).

Klasične tehnološke operacije za prečišćavanje otpadnih voda obuhvataju prosejavanje, separaciju ulje/voda/čvrsti materijali, neutralizaciju/koprecipitaciju gvožđa, sedimentaciju i filtriranje. Prosejavanjem se uklanjaju otpaci koji mogu da izazovu oštećenje kasnije opreme, kao što su žica, metalni komadi i materijal za pakovanje, za koje se vrlo efikasno koriste jednostavna rotirajuća dobošna rešeta. Separatori ulje/voda/čvrsti materijali uklanjaju neemulgovano ulje i čvrste materijale koji mogu da se talože, a mogu da izazovu probleme u kasnijim operacijama i održavanju; oni su posebno efikasni za prečišćavanje mašinskih fluida iz obrade metala, proizvodnje akumulatora, automobilske i drugih industrijskih grana itd. Separatori koalescencija ulje/voda/čvrsti materijali usmeravaju tok fluida, talože čvrste materijale, skidaju ulje sa površine fluida i kontrolišu nivo vode u separatoru. Oni sadrže specijalne pregrade od polimernih materijala, koji su posebno efikasni usled svojih oleofilnih karakteristika, dok se za visokotemperaturne postupke koriste specijalni materijali. Koprecipitacija gvožđa je jedna od najefikasnijih operacija za uklanjanje metala, a zasniva se na njihovom vezivanju u kompleks sa rastvorenim gvožđem i njegovim brzim taloženjem. Ovim se izbegava različita rastvorljivost metalnih hidroksida, i svi metali se talože na optimalnim pH za oksidaciju feroidinjenja i taloženje ferioidinjenja, najčešće na pH 8,0–8,5, a dodati gvozdni reagens se lako uklanja usled male rastvorljivosti gvožđa, obično ispod 10 do 20 ppb. Sledeće

operacije su sedimentacija (bistrenje) i filtracija kroz peščani filter, kojima se uklanjaju staloženi hidroksidi teških metala, a nastali mulj se zgušćava gravitacijom i iz njega uklanja voda korišćenjem filter–prese.

Moderne operacije za dalje prečišćavanje obuhvataju adsorpciju aktivnim ugljem, termičko uparavanje/kristalizaciju i reversnu osmozu. Adsorpcija ugljem je vrlo pogodna za uklanjanje rastvorenih organskih ili nekih neorganskih jedinjenja npr. hidroksida i sulfata olova, a aktivni ugalj u malim granulama je vrlo efikasan filter, te je efluent relativno čist i može se koristiti kao procesna voda. Uparavanje razblaženog efluenta iz adsorpcije se vrši radi koncentrisanja tečnosti i taloženja čvrstih materijala, pa se on hladi i odvodi u kristalizator, u kome se izdvajaju kristalizovane soli koje mogu da predstavljaju sporedan proizvod procesa ili da se izbacuju na deponiju. Reversna osmoza uklanja iz vode rastvorene jone njenim potiskivanjem kroz polu–propustljivi membranski element koji propušta vodu, a odbacuje najveći deo rastvorenih čvrstih materija. Pokretna sila, osmotski pritisak, može da se meri, te protok vode od niske prema visokoj koncentraciji se održava pritiskom jednakim osmotskim koncentrovanijem rastvora. Cilj izbora pogodnog membranskog elementa i njihove konfiguracije je dobijanje uređaja sa maksimalnim protokom vode, uz najmanji pritisak i zadovoljavajuće odbacivanje soli. Kod savremenih kompozitnih membranskih elemenata protok vode, pri datom pritisku, je direktno proporcionalan koncentraciji rastvorenih čvrstih materijala u rastvoru. Najznačajniji faktori dugotrajnog održavanja efikasnosti sistema reversne osmoze su kontrola začepijavanja i čistoće elemenata. Do začepijavanja može doći usled suviše velike količine suspenzija finih čestica u vodi, koje zapušavaju površinu membrane, stvaranjem kamenca usled taloženja čvrstih materija na površini (npr. barijum–sulfata) ili nekontrolisanim rastom bakterija na toj površini. Začepijavanje dovodi do smanjenja protoka i povećanja radnog pritiska, a biološko začepijavanje se najteže kontroliše i često zahteva upotrebu pogodnih biocida. Za detaljno čišćenje i održanje razumne trajnosti membrane, neophodan je odgovarajući sistem čišćenja na mestu rada.

Korišćenje kombinacije klasičnih i modernih tehnoloških operacija za prečišćavanje industrijskih otpadnih voda dovodi do značajnih koristi i smanjenja troškova. Ona odgovara sve strožijim zakonskim propisima o zaštiti okoline, smanjuje potrošnju sveže vode i izbacivanje na deponiju, a, u nekim slučajevima, povećava ekonomičnost prodajom sporednih proizvoda. Sistem se može koristiti za mnoge industrijske

postupke, posebno one koji u proizvodnom procesu koriste kiseline ili baze, usled čega nastaju otpadne vode sa velikim sadržajem metala i rastvorenih čvrstih materija, npr. obrada obojenih metala, poliranje metala, tekstilna industrija itd.

### **SMANJENJE BOJE I MIRISA INDUSTRIJSKIH OTPADNIH VODA**

Australijski državni istraživački institut CSIRO razvio je i uspešno prikazao katalitički oksidacioni proces za tretman efluenta iz proizvodnje celuloze i hartije, tekstila i mlečnih proizvoda, prerade kože i rafinacije aluminijuma. U testovima sa efluentom iz industrije celuloze i hartije u pilot–postrojenju od 500 l/dan postignuto je smanjenje obojenja za preko 90%, mirisa za 95% i specifične potrošnje kiseonika (COD) za 80%. Otpadne vode iz proizvodnje celuloze i hartije sadrže uglavnom organske supstance na bazi lignina koje su posebno otporne na uobičajene biološke procese (aeracija), a australijski standardi propisuju granicu obojenja ispod 100 Hazensa (indeks obojenja) za otpadne efluente. Novi proces može da smanji nivo boje u proizvodnji aluminijum–oksida do 150, celuloze i hartije na 100 tekstila "skoro do vode za piće". U postupku se vazduh ili kiseonik prodavava kroz efluent na ispod 100° i 5 bara, a za specifičnu potrošnju kiseonika od 10.000 dovoljno je koristiti vazduh, dok je za veću potrebno korišćenje kiseonika.

### **RAZARANJE TEČNOG EFLUENTA**

Korejska firma "Key Engineering" razvila je sistem spaljivanja otpadnih voda koje sadrže organska jedinjenja sa niskom temperaturom ključanja ili koja stvaraju azeotropne smeše. Za uobičajeno spaljivanje takvog otpada troši se velika količina energije jer se jedinjenja ne mogu lako koncentrisati, dok se primenom novog sistema ova potrošnja smanjuje za 70–75%. U postupku se efluent uparava vodenom parom niskog pritiska, para meša sa vazduhom od 100° i ubacuje u reaktor za regenerativnu termičku oksidaciju. U reaktoru se organska jedinjenja oksidišu na do 1200° u CO<sub>2</sub> i vodu, a neisparljivi sastojci raspršuju u maloj peći za spaljivanje i sagorevaju dejstvom vrelih gasova sagorevanja iz reaktora. Sagorevanje u reaktoru se inicira električnim grejačem, a potom se cela količina toplotne energije potrebne sistemu dobija toplotom sagorevanja prisutnih organskih jedinjenja. Efikasnost razaranja otpada je preko 99%, a investicioni troškovi oko 50% od onih za uobičajene peći za spaljivanje. Prvo industrijsko postrojenje za spaljivanje 4 t/god otpada od proizvodnje neopentilglikola radi već 2 godine u Koreji.



**IN MEMORIAM**

---