

HEMIJA MAKROMOLEKULA

Slobodan Jovanović i Jasna Đonlagić

Izdavač: Tehnološko–metalurški fakultet, Beograd, 2004.

Iako u našoj zemlji godišnja proizvodnja, prerada i primena makromolekulskih materijala iznosi nekoliko stotina hiljada tona i pored nekoliko visokoškolskih obrazovnih centara i istraživačkih instituta koji se bave makromolekulima, još uvek postoji velika oskudica u naučnoj i stručnoj literaturi na srpskom jeziku koja pokriva ovu oblast. Stoga je pojava ove knjige izuzetno značajna za akademsku i stručnu javnost.

Autori knjige, dobro poznate i vodeće ličnosti u našoj zemlji u oblasti makromolekula, na visokom naučnom i stručnom nivou, ali na veoma jednostavan i pristupačan način, posredstvom knjige prenose čitaocima svoje izuzetno poznavanje ove oblasti i višegodišnje iskustvo.

Knjiga obuhvata savremena shvatanja i dostignuća u hemiji makromolekula koja su razvrstana u četiri osnovna poglavlja, čiji se sadržaj ukratko prikazuje.

U prvom, uvodnom poglavlju, navode se osnovni pojmovi i definicije, nomenklatura i klasifikacija, molekulska struktura polimera (molekulska masa i raspodela), fizička stanja polimera i temperature prelaza, sirovine za proizvodnju polimera i istorijat nauke i tehnologije polimera.

Stupnjevite polimerizacije ili polikondenzacije i poliadicije su obrađene u drugom poglavlju. Reaktivnost funkcionalnih grupa, kinetika polikondenzacije, ravnoteže u ovim reakcijama, veličina linearnih makromolekula nastalih polikondenzacijom, uslovi izvođenja reakcija, polikon-

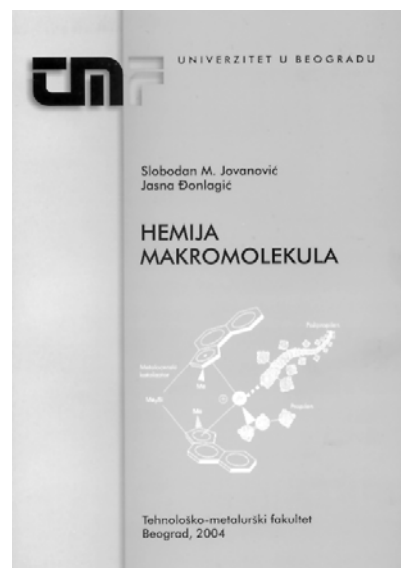
denzacija višefunkcionalnih monomera, kao i primeri sinteze značajnih polikondenzacionih polimera su neke teme iz ovog poglavlja.

Polimerizacija kao lančana reakcija je predmet trećeg poglavlja koje obuhvata niz tema: radikalna, anjonska i katjonska polimerizacija; polimerizacija inicirana Cigler–Nata katalizatorima; kopolimerizacija. U okviru ovih tema su navedene osnovne komponente sistema, mehanizmi i kinetika polimerizacije, kao i nastanak strukture makromolekula. Uz to, ovo poglavlje obrađuje i nestandardne načine iniciranja i izvođenja polimerizacije (iniferteri, transfer atoma ili grupe, metatezis reakcije, polimerizacija organizovanih monomera), kao i načine izvođenja polimerizacije u homogenim (u masi i rastvoru) i heterogenim sredinama (taložna, suspenziona, disperziona i emulziona polimerizacija).

Reakcije na makromolekulima su četvrto poglavlje. Obrađene su specifičnosti reakcija na makromolekulima u kojima dolazi do promene stepena polimerizacije, zatim starenje (termičko, termooksidativno, fotoooksidativno, usled mehaničkih naprezanja, dejstvom agresivnih supstanci), zaštita od starenja i razgradnja polimera.

Veoma korisne mogu biti skraćeni i oznake polimera u skladu sa međunarodnim standardima koje su date u prilogu knjige.

Pored toga, za svako poglavlje je na kraju preporučena literatura iz koje čitaoc



može steći detaljnija saznanja i podatke o željenoj temi.

Knjiga ima 307 strana, a sadrži veliki broj slika, grafika, šema i tabela koje omogućavaju jednostavno tumačenje i razumevanje ponekad i veoma složenih tema.

Mada je knjiga prvenstveno namenjena da bude udžbenik studentima tehničkih i hemijskih fakulteta, smatramo da ona predstavlja neizostavnu literaturu za inženjere, naučnike i stručne radnike koji se na bilo koji način bave makromolekulima.

Prof. dr Dragoslav Stoilković
Tehnološki fakultet, Novi Sad

TABLICE FIZIČKIH I HEMIJSKIH KONSTANTI

U zajedničkom izdanju IP Velarta–Beograd i Instituta za nuklearne nauke Vinča, objavljene su poznate Keji i Lejbijeve **TABLICE FIZIČKIH I HEMIJSKIH KONSTANTI** (XIII + 625 str., 2003. godine). Knjiga je prevod 16. engleskog izdanja (C.W.C. Kaye and T.H. Laby, Tables of Physical and Chemical Constants, Longman, London – 1955). Tablice je prevela grupa saradnika iz Vinče i sa Univerziteta (urednik D.S. Pešić, prevodioci: Dj. Bek–Uzarov, Đ. Krmpotić, M. Marinković, M. Pavlović, D. Pešić, B. Radak, D. Veselinović, saradnik D. Đorđević).

Ovo klasično delo referentne literature sadrži proverene i savremene podatke iz oblasti fizike, hemije, fizičke hemije i delom astronomije i geofizike. Uvodni tekstovi koji prate svako poglavlje omogućuju lako korišćenje podataka. Navedena izvorna literatura služi za detaljnije upoznavanje prezentiranog materijala. U našem izdanju unete su manje dopune i napomene, sa ciljem da se ukaže na najnoviju literaturu od interesa za istraživače. Posebno je obraćena pažnja na specifičnosti našeg jezičkog područja, uz prime-

nu jugoslovenskih JUS i međunarodnih ISO standarda i preporuka IUPAC–a IUPAC–a za nazive veličina i oznaka jedinica, čime je materijal knjige usaglašen sa postojećim domaćim i međunarodnim zakonima i preporukama.

Tekst je raspoređen u odgovarajuća poglavlja uključujući:

JEDINICE I FUNDAMENTALNE FIZIČKE KONSTANTE

– Opšti pregled veličina i jedinica sa fundamentalnim konstantama

OPŠTA FIZIKA

– Merenje masa, pritisaka i drugih mehaničkih veličina. Mehaničke osobine materijala. Temperatura i toplota. Akustika. Zračenje i optika. Elektricitet i magnetizam. Astronomija i geofizika.

HEMIJA

– Elementi. Osobine neorganskih i organskih jedinjenja. Naponi para. Kritične konstante. Osobine rastvora. Osobine hemijskih veza. Molekulska spektroskopija. Elektrohemija. Hemijska termodinamika. Razni podaci.

ASTRONOMIJA I NUKLEARNA FIZIKA

– Elektroni u atomima. Apsorpcija fotona. Izlazni rad. Slobodni elektroni i joni u gasovima. Apsorpcija čestica i dozimetrija. Radioaktivni elementi. Nuklearna fisija i fuzija. Jezgra i čestice.

STATISTIČKE METODE ZA OBRADU EKSPERIMENTALNIH PODATAKA

UVOD U OBEZBEĐENJE KVALITETA MERENJA

– Prilozi kvalitetu, sredstva, protokol merenja, merenja, nadzor i pregled.

OPASNOST PRI RADU U LABORATORIJI (prilog)

DOPUNSKA LITERATURA (prilog)

Knjiga je namenjena širokom krugu hemičara, fizičara, fizikochemičara, tehnologa i farmaceuta koji rade u istraživačkim, razvojnim i kontrolnim laboratorijama u industriji, naučnim institutima, zdravstvenim ustanovama i upravi. Tablice su takođe namenjene nastavnom osoblju i studentima odgovarajućih fakulteta, kao i nastavnicima srednjih škola koji predaju hemiju, fiziku i srodne oblasti.

V. Bojović

IZGRADNJA HEMIJSKE INDUSTRIJE U SVETU

"BASF-YPC", zajedničko preduzeće BASF-a i kineske petrohemijske firme "Synopec" (učešće 50:50), povećava kapacitet postrojenja za proizvodnju dimetilformamida, koje se gradi u Kini, od 10 na 40 kt/god, radi zadovoljenja brzog povećanja njegove potrošnje u Kini; predviđa se puštanje postrojenja u rad 2005.

Švajcarska firma "Lonza" gradi u Kini postrojenje za proizvodnju 6 kt/god niacinamida, koje treba da se završi 2005; investicije iznose oko 24 mil.evra.

Konzorcijum italijanske firme "Technimont", francuske "Sofregas" i kineske "Saipem-Technigas" ugovorio je projektovanje i izgradnju uvoznog terminala za tečni zemni gas i lučkih postrojenja u Kini; investicije iznose 250 mil.dolara, a izgradnja treba da se završi sredinom 2006.

Nemačka firma "Celanese" gradi u Kini postrojenje za proizvodnju 600 kt/god sirćetne kiseline, koje treba da se završi 2006; ovo će biti prvo postrojenje za sirćetnu kiselinu ove firme u Kini, gde ona učestvuje u zajedničkom preduzeću za proizvodnju vlakna od celuloznog acetata, a uskoro predviđa izgradnju postrojenja za proizvodnju poliacetala.

Američka firma "Syntroleum" i australijska "Power & Energy" zaključile su sporazum o projektovanju i izgradnji postrojenja za proizvodnju električne energije i ugljovodoničnih tečnosti iz mrkog uglja u Australiji. Investicije iznose 3 mlrd.dolara, postrojenje treba da proizvodi 500 MW električne energije i oko 7.100 t/dan tečnih, nisko-sumpornih goriva, uglavnom dizela, a koristiće proces po Fisher-Tropschu firme "Syntroleum".

Saudi-arabijska firma "SABIC" zaključila je sa nemačkom inženjerskom firmom "Uhde", filijalom firme "ThyssenKrupp", ugovor za izgradnju kompleksa za proizvodnju veštačkog đubriva u Saudi-Arabiji koji obuhvata postrojenja za proizvodnju 3.300 t/dan amonijaka (najveće na svetu) i 3.250 t/dan karbamida.

Francuska inženjerska firma "Axens" zaključila je više ugovora sa kolumbijskom firmom "Ecopetrol" za proširenje i modernizaciju njene rafinerije. Ugovorima je predviđeno povećanje kapaciteta prerade nafte od oko 10 na 20 t/dan, konverzije ostatka, poboljšanje kvaliteta motornih goriva za izvozna tržišta i smanjenje rafinerijskih emisija S.

Ruska inženjerska firma "Lukoil-Neftegazstroy" i francuska "Technip" osnovale su zajedničko preduzeće (učešće 50:50) za razvoj i

ostvarenje projekata proizvodnje i rafinacije zemnog gasa i nafte u Rusiji i drugim zemljama.

Britanske firme "Calcitech" i "W.S.Atkins" zaključile su ugovor o izgradnji postrojenja za proizvodnju sintetičkog kalcijum-karbonata u Lenua-u (Nemačka), koje treba da se završi 2004.

Holandska firma "Eka Chemicals", filijala "Akzo Nobel", planira povećanje kapaciteta za vodonik-peroksid u svoja 2 postrojenja u Švedskoj na 15 kt/god; povećanje kapaciteta predviđeno je usled povećanja njegove potrošnje kao sredstva za beljenje u industriji celuloze, a postići će se primenom nove procesne tehnologije.

Američka firma "Speciality Minerals", iz grupe "Minerals Technologies", ulaže 28 mil.evra u izgradnju postrojenja za proizvodnju taloženog CaCO₃ od 125 kt/god u Nemačkoj, koje treba da se završi 2004; predviđa se kasnije povećanje kapaciteta na 250 kt/god. Visokokvalitetni CaCO₃ namenjen je proizvodnji glatke hartije a "Speciality Minerals" ima preko 50 postrojenja za ovaj proizvod širom sveta i sa ukupnim kapacitetom od 3,5 mil. t/god je vodeći svetski proizvođač.

Finska firma "Kemira" ulaže oko 8 mil.evra u povećanje proizvodnje specijalnih anatas titan-dioksida u Finskoj koje treba da se završi 2004.

PROIZVODNJA CELULOZE I HARTIJE U SAD

Dok je sredinom 90-ih industrija celuloze i hartije, 3. najveća industrijska grana SAD, bila najjeftiniji svetski proizvođač, u toku poslednjih 3-4 godine izvoz njenih proizvoda na svetsko tržište postao je nekonkurentan. Fabrike na jugu SAD npr. imaju najniže cene drveta, ali su, s obzirom na plate radnika, proizvodni troškovi za celulozu i hartiju npr. u Indiji 10% onih u SAD. Kod većine velikih proizvođača analiza finansijskih rezultata pokazuje da najveći deo prihoda, u nekim slučajevima i ceo, potiče od prodaje šumskog zemljišta, što znači da će proizvođači dugoročno morati da kupuju drvo iz tih šuma, te će njihovi budući prihodi zavisi od cene drveta, za koju se očekuje da će se stalno povećavati. Sav ovaj uticaj na prihode doveo je do prekida rada 172 preduzeća u toku 2002-2003, a mnogobrojni proizvođači opreme za ovu industrijsku granu su likvidirali ili smanjili proizvodnju za 50% i više.

Evropski proizvođači celuloze i hartije iskoristili su manju vrednost evra u odnosu na dolar, da se

učvrste na tržištu SAD i, bez obzira na povećanje vrednosti evra, snabdevaju i dalje svoje američke kupce, a često prodaju svoje proizvode po diskontnim cenama, što vrši dalji pritisak na američke proizvođače. U drugom delu sveta, najznačajniji je položaj indonežanske proizvodnje, koja sa tehnički prvoklasno opremljenim i dovoljno velikim preduzećima i vrlo niskom cenom drveta, može uspešno da konkuriše na svetskom tržištu. Najveći američki proizvođači izneli su kao stratešku koncepciju usmeravanje investicija na tipične, masovne proizvode široke potrošnje, kao što su maramice, čaše, kutije i slični proizvodi od hartije ili kartona, na koje su kupci navikli i žele da ih brzo nabave. Međutim, kod ovih proizvoda kupac ne primećuje razliku između američkih i uvezenih proizvoda, tako da će najčešće kupovati najjeftinije, što većinom neće biti američki. To znači da će najveći broj proizvođača ovih proizvoda morati da smanji njihovu cenu ili investira u povećanje efikasnosti proizvodnje.

PRESTRUKTURISANJE U HEMIJSKOJ INDUSTRIJI

Britanska kompanija BP zaključila je sa istraživačkom laboratorijom "Cambridge Major Laboratories" (CML) ugovor o razvoju i proizvodnji derivata oksazola za farmaceutsku i finu hemijsku industriju. Ugovor kombinuje tehnologiju prečišćavanja oksazola BP-a, koproizvoda sinteze akrilonitrila, i iskustva CML u heterocikličnoj hemiji, a partneri predviđaju proizvodnju mnogih aktivnih farmaceutskih sastojaka polazeći od oksazola. BP smatra da je prečišćena tereftalna kiselina (PTA) jedan od njegovih ključnih petrohemijskih proizvoda, te je značajno povećao svoje učešće u brzorastućem azijskom tržištu. BP je povećao svoje učešće u tajvanskoj firmi "American Petrochemical" na 59,02% i u korejskoj "Samsung Petrochemical" na 47,41%, tako da je povećao svoj kapacitet u Aziji za 14% na 3 Mt/god. BP je odlučila da proda svoje poslovanje sa specijalnim hemijskim intermedijarima i orijentiše se na samo 7 ključnih proizvoda: sirćetnu kiselinu, akrilonitril, prečišćenu tereftalnu kiselinu, p-ksilol, etilen, PEVG i PP. Prodaja se odnosi na postrojenja za proizvodnju trimelitne kiseline, prečišćene tereftalne kiseline i maleinskog anhidrida u SAD i "ekonomske interese" kompanije u evropskom kompleksu za izoftalnu kiselinu; ovi proizvodi imali su godišnju prodaju od oko 240 mil.evra. BP je ugovorila prodaju proizvodnje specijalnih hemikalija za

štampanje Sericol investicionoj firmi "Saratoga Partners", uključujući glavna proizvodna postrojenja u Engleskoj i SAD; Sericol ima prodaju od oko 160 mil.evra.

Švedska filijala finske firme "Kemira Kemi" objavila je nedavno da će prepoloviti svoju proizvodnju kalijum-sulfata i prestati sa proizvodnjom dikalcijum-fosfata usled smanjenja potrošnje sulfatne i smanjenja njene konkurentnosti za fosfatnu so. Sektor "Kemira Agro" osnovao je filijalu "Verdura" radi razvoja i marketinga bioloških pesticida, zasnovanim na prirodnim mikrobima.

Holandska firma "Akzo Nobel" otkupila je od britanske farmaceutske firme "GlaxoSmithKline" njeno postrojenje za proizvodnju farmaceutskih proizvoda u Škotskoj, a objavila da će izgraditi novi istraživačko-razvojni centar za finalne premaze za motorna vozila kao i usavršeno postrojenje za disperziju radi proizvodnje vrlo koncentrovanih intermedijara za premaze, sa ciljem povećanja poslovanja sa premazima za vozila na tržištu SAD. Firma je takođe objavila program selektivne prodaje svog poslovanja iz oblasti farmaceutske, hemijske i premazne proizvodnje u ukupnoj vrednosti od 500 mil.evra radi smanjenja troškova i većeg prostora za manevrisanje i povećanje efikasnosti poslovanja. U oblasti farmaceutske proizvodnje firma "Organon" pokazuje već duže vreme loše rezultate prodaje tako da je u njoj već započet strukturni program uštede troškova od 120 mil.evra. U oblasti hemijske proizvodnje predviđena je prodaja 3 poslovanja: katalize, smole za premaze i fosfornih hemikalija, koji su zajedno imali prodaju od 1 mlrd.evra. Pošto smatra da pojedini proizvodi imaju dobar potencijal rasta, firma će vršiti selektivnu prodaju uz smanjenje za oko 200 zaposlenih u raznim zemljama, od kojih najviše u Švedskoj, i u različitim sektorima rada. Takođe je objavljen dalji plan restrukturisanja poslovanja u oblasti polimerne hemije, uključujući prekid rada nekih postrojenja u V.Britaniji i SAD i smanjenje broja zaposlenih u raznim firmama u svetu. U oblasti premaza izvršena je prodaja firme za proizvodnju zaštitnih premaza "Casco" evropskim privatnim investicionim firmama, jer "Akzo" smatra da je ovo poslovanje periferno u odnosu na proizvodnju premaza, te se ne uklapa u stratešku perspektivu. "Casco" je 2002. imao prodaju od oko 250 mil.evra i proizvodi površinske zaštitne sulfatne premaze za obradu drveta, nameštaj, podove i automobile. Sektor iste firme "Kemira Agro" osnovao je svoju filijalu "Verdura" radi razvoja i marketinga bioloških pesticida, zasnovanim na prirodnim mikrobima

"Bayer" je, u cilju ispunjenja zahteva antitrustnih organa povodom otkupa "Aventis Crop Science", prodao BASF-u grupu insekticida i fungicida koja je imala prodaju od preko 10 mlrd.evra, uključujući insekticid fipronil, na bazi fenil-pirazolona, i odabrane fungicide za zaštitu semena. Istovremeno su izraelskoj firmi "Makteshim-Agan" prodata 6 insekticida, a u američke firme "Ondeo Nalco" otkupljena 2 biocida: tiobendazol i dibromo-dicijano-butan. "Bayer"-ova filijala firma "H.C.Starck" osnovala je sa američkom firmom "Praxair" alijansu za razvoj, proizvodnju i prodaju koloidne suspenzije SiO₂ za potrebe industrije poluprovodnika. Partneri, koji su ranije konkurisali jedan drugom, procenjuju da je vrednost tržišta za ovu suspenziju oko 280 mil.evra i ocenjuju njen porast od 20% godišnje u toku sledećih 5 godina; ovu suspenziju proizvode i druge firme od kojih je vodeća svetska "Cabot Microelectronics". "Bayer Technology Services" zaključio je sporazum o kooperaciji sa firmom "Merck" u oblasti procesne hromatografije, u kome će "Merck" koristiti svoje iskustvo poznavanja hromatografskih rastvarača razvoja procese prečišćavanja, a "Bayer" svoje znanje i proizvode za projektovanje i proizvodnju separacionih sistema i postrojenja.

Švajcarska firma "Roche" zaključila je sa holandskom firmom DSM prodaju svog poslovanja sa vitaminima, karotinoidima i finim hemikalijama za ukupno 1,7 mlrd.evra, koje će do 2005. biti integrisane sa postojećom proizvodnjom vitamina i dodatka stočnoj hrani DSM i poslovat pod nazivom "DSM National Products". "Roche" zadržava obavezu plaćanja po presudi o finansiranju cena vitamina. "Roche" je takođe objavio plan otkupa firme "Disetronic", drugog najvećeg svetskog proizvođača insulinskih pumpi za dijabetičare, a "Roche" je vodeća svetska firma za dijabetičke glukozimetre. Dijagnostični uređaji učestvuju u prihodu "Roche"-a sa 30%, a firma planira povećanje prodaje u SAD, u kojoj učešće insulinskih pumpi "Disetronic" iznosi samo 17% za razliku od evropskog tržišta u kojem učestvuju sa 70%. Otkupom "Disetronica" "Roche" dobija istraživački centar sa 800 saradnika u Švajcarskoj, a dve firme već saraduju na "automatskom pankreasu", unutrašnjem uređaju koji meri i reguliše nivo glukoze. "Roche" smatra da prodaja proizvodnje vitamina i otkup "Disetronica" pomažu firmi da se orijentise na 2 "visokotehnička stuba", farmaceutsku proizvodnju i dijagnostiku. Sa britanskom biofarmaceutskom firmom "Vernalis" ugovorena je saradnja na osnovu "Vernalis"-ovog istraživačko-razvojnog programa novih lekova za de-

presiju koji može da dostigne oko 70 mil.evra; dve firme već saraduju na istraživanju gojaznosti i šećerne bolesti. "Roche" je otkupio većinsko učešće u japanskoj firmi "Chugai Pharmaceuticals", što je prvi otkup jedne japanske farmaceutske firme, a ona će postati 5 najveća u Japanu. "Roche" je zaključila ugovor sa američkom firmom "Rockwell Automation" po kome će ova ugraditi "globalna proizvodna postrojenja "Roche"-a u Turskoj, Španiji i Švajcarskoj.

Kompanija ICI, posle prve faze smanjenja broja zaposlenih od 700, najavila je drugu intenzivniju fazu radikalnog programa smanjenja troškova smanjenjem broja zaposlenih za još 1410, najvećim delom u SAD. Pored smanjenja broja zaposlenih, ICI predviđa od 4 postrojenja svoje firme "National Starch" u SAD, prekid rada u 2 dok će ostala 2 proizvoditi oleohemikalije i specijalne hemijske proizvode; kompanija ne predviđa prodaju cele firme. Predstavnici firme se nadaju da će se programom smanjenja troškova postići ušteda od preko 150 mil.evra godišnje do 2005. U okviru svog restrukturisanja ICI je zaključila ugovor o prodaji svog sektora za proizvodnju katalizatora "Synetix" britanskoj firmi "Johnson Matthey", uključujući bazne metalne katalizatore, centralu u V.Britaniji, tehnološki servis i postrojenja u više zemalja. "Synetix" proizvodi katalizatore za mnoge hemijske procese, uključujući proizvodnju metanola, amonijaka, vodonika, PES, jestivih ulja, oksoalkohola itd. i 2001. ostvario je prodaju od oko 210 i zaradu od oko 35 mil.evra. Predviđa se da će ovaj otkup upotpuniti poslovanje sektora za katalizatore i hemikalije firme "Johnson Matthey", koji za nju predstavlja ključnu razvojnu oblast, sa posebno jakim položajem u proizvodnji katalizatora na bazi plemenitih metala i katalitičkih procesa, i ojačati njen vodeći položaj u svetskoj proizvodnji katalizatora. Spojene proizvodnje katalizatora poslovaće pod nazivom "Johnson Matthey Catalysts".

Holandska firma DSM ulaže 1,2 mil.evra, kao najveći industrijski investitor, u američku firmu "Optiva" koja razvija tehnologiju kristalnih tankih filmova za upotrebu u proizvodima kao što su ravni ekrani. Tehnologija se može koristiti za prevlake površina vrlo tankim polarizatorima, bitnim komponentama ekrana od tečnih kristala i drugih materijala. Sektor "Desotech" firme DSM već proizvodi specijalne prevlake za proizvodnju ekrana. Ova investicija predstavlja poslednju od dosadašnjih za "Optiva"-u, koje su dostigle 41,3 mil.dolara; ostali investitori su firma "Eastman Chemicals" i razne finansijske grupe.

ZAMENA ZEMNOG GASA ZA MOTORNA VOZILA METANOM

Japanska firma "Osaka Gas" razvila je kompleks bakar-formijata sa 6 difenil-dikarbonskih kiselina, koji ima pore prečnika 10 nm i može da apsorbuje 230 puta veću zapreminu metana od svoje, te predstavlja alternativu za vozila na prirodni gas. Apsorpcija metana se vrši na 35 bara, za razliku od 200 bara za punjenje u rezervoar pod pritiskom dovoljne količine zemnog gasa za 300 km vožnje.

NOVI ANTIOKSIDANS ZA BIODIZEL

"Bayer Chemicals" iznela je na tržište novi antioksidans Baynox za biodizel, metilestar nezasićenih masnih kiselina dobijen uglavnom iz repičnog ulja, koji lako oksidiše. Očekuje se da ovaj proizvod pomoćne proizvođačima goriva da njihov proizvod odgovara evropskom standardu, po kome se zahteva da biodizel bude oksidaciono stabilan u pumpnim stanicama. Baynox je nekorozivna, bezopasna tečnost, koja se dodaje gorivu, a njen aktivni sastojak ima molekulsku strukturu i osobine slične tokoferolu (vitamin E), koji se kao prirodni antioksidans nalazi u repičnom ulju. Destilacijom se dobija vrlo prečišćeni proizvod, koji se potom rastvara u biodizelu radi dobijanja koncentrovanog rastvora za dodatak gorivu; proizvod velike čistoće (99,87 mas%) ne ostavlja ostatke posle sagorevanja. Posle proizvodnje uzoraka za testove, izgrađeno je u Leverkusenu novo postrojenje, čiji kapacitet će zavisi od potražnje. Antioksidacione osobine Baynoxa su uporedive sa alternativnim proizvodima koji su 3-4 puta skuplji.

NOVI EKOLOŠKI POVOLJNI FLUOROUGLJENICI

Japanska firma "Zeon" proizvodi 2 nova fluorougljenika: Zeorora-H, heptafluoro-ciklopentan ($C_5H_3F_7$), koji se kao nezapaljivi rastvarač koristi za premaze, reakcione sredine, industrijsko čišćenje itd, i Zeorora-ZFL 58, oktafluoro-ciklopenten (C_5F_8), koji se koristi za suvo nagrizanje površine poluprovodnika. U postupku, razvijenom u saradnji sa Nacionalnim institutom za materijale i hemikalije, obe supstance se sintetizuju iz hepta-fluoro-hlor-ciklopentadiena, jednostupnom reakcijom hidrogenovanja/dehidrohlorovanja, kojom se uklanja hlor, a prisustvu pogodnog katalizatora na 160-250° i

pritisku oko 1 bar. Oba proizvoda ne razaraju ozonski omotač (parametar nula) i imaju relativno mali potencijal globalnog zagrevanja sa trajanjem boravka u atmosferi (vreme potrebno da se koncentracija smanji na 1/e) od samo 1 godine za Zeorora-ZFL58 i 3,4 godine za Zeorora-H. Firma je počela proizvodnju novih susptanci u poluindustrijskom postrojenju od 250 t/god.

SREDSTVO ZA ODRŽAVANJE ČISTOĆE VODE U RASHLADNIM KUGLAMA

Južnokorejska firma "Eeko Bio" (EBC) razvila je proizvod Eeko-Ball-L (EBL) kojim se rešavaju problemi čistoće vode u rashladnim kulama. U sadašnjoj praksi, rešavanje jednog problema izazivalo je drugi: dodatak fosfatnih jedinjenja za suzbijanje kamenca može da izazove rast algi, a one predstavljaju pogodnu sredinu za rast bakterije Legionella i mogu da dovedu do lokalne korozije. EBL, koji sam rešava problem kamenca, bakterija, korozije i biološkog zagađenja, su kuglice od 98,5 mas.% keramičkog kompozita obloženog oksidom srebra, prečnika 8,10 i 15 mm. Kuglice se ubace u vodu i proizvod je aktivira emitovanjem dalekih IR-zraka koji razaraju vodonične veze u vodi. Aktivirana voda ima veću rastvorljivost kiseonika, što olakšava smanjenje stvaranja kamenca i crvene rde i sprečava njihovu ponovnu pojavu. Istovremeno, AgO-joni, rastvoreni u vodi kontrolisanom brzinom do približavanja ravnoteži, eliminišu bakterije i biofilm, a reaguju sa proteinom opni bakterijskih ćelija stvarajući izolacioni film, koji sprečava unošenje hranljivih materija. Pod normalnim uslovima rada rashladne kule, loptice izdvajaju funkcionalne anjone u toku 6 meseci. Firma ima mnogobrojne instalacije u Južnoj Koreji, a prodaje na svetskom tržištu EBL po ceni od 120 dolara/kg.

NOVI MATERIJALI ZA PUNIVE BATERIJE

Istraživači američke Nacionalne laboratorije Sandia razvili su novu grupu anodnih kompozitnih materijala, sastavljenih od silicijuma i grafita, koji mogu da udvostruče kapacitete zalihe energije u odnosu na sada korišćene grafitne anode. Novi materijal može da dovede do punivih litijum-jonskih baterija veće snage, dužeg trajanja i manje veličine. U srodnom istraživanju, naučnici američke Nacionalne laboratorije INEEL otkrili su

mehanizam prenosa Li-jona kroz polimernu membranu, koja se nalazi u patentiranoj, punivoj litijum-jonskoj bateriji razvijenoj od ovog instituta. Membrana, na bazi keramike i derivata fosfazena (MEEP), propušta Li-jone a ne i elektrone, što znači da ne radi dok se ne upotrebi. Istraživači rade na optimizaciji membrane i predviđaju da trajnost neupotrebljivanih baterija povećaju na 500 meseci.

EKSPANDOVANI GRAFIT ZA ZAPTIVANJE

Kompanija "SGL Carbon" proizvodi visokokvalitetni ekspanovani grafit SIGRAFLEX u listovima, vajcima i pločama, koji predstavlja najbolje rešenje za zaptivanje, bitno u izgradnji postrojenja i procesne opreme, usled njenog značajnog uticaja na bezbednost postrojenja, zaštitu okoline i ukupan rad preduzeća. Kvalitetni proizvodi od SIGRAFLEX-a su rezultat konstantnog razvoja proizvoda, iskustva i znanja tehničkog servisa, savremene proizvodne tehnologije i sistema kvaliteta proizvoda koji odgovaraju raznim tehničkim normama.

ZAMENA AZBESTA ZA ZAPTIVANJE

Američka firma "Flexitallic" proizvodi, posle dekada istraživanja, patentirani zaptivni materijal za visoke temperature Thermiculite, koji predstavlja zamenu za azbest čije je korišćenje zabranjeno, a sastoji se od hemijski i termički ljuštenog vermikulita na osnovi od nerđajućeg čelika 316. Simulirajući strukturu ljuštenog grafita, Thermiculite može, ne oksidujući se, da izdrži ekstremne temperature, termički je stabilan i hemijski otporan, a rezultati nezavisnih testova pokazuju veliki stepen sposobnosti zaptivanja. Proizvodi od Thermiculita predstavljaju jedinstveno rešenje zaptivanja sa realnom prednošću u odnosu na druge zaptivne materijale, a proizvode se u različitim oblicima, kao što su zaptivači od sečenih listova, spiralno uvijeni i češljastog profila. Spiralno uvijeni zaptivači od Thermiculita koriste se širom sveta za razne primene, uključujući proizvodnju azotne kiseline sa temperaturama iznad 482°, azotne okside sa 538°, dimne gasove sa i iznad 650° i otpadne gasove sa preko 482°. Velika hemijska otpornost, sposobnost izdržavanja visokih temperatura, otpornost na oksidaciju, zaptivanje bez propuštanja gasova i jačina proizvoda znače manje preki-

da proizvodnje i propuštanja, uz univerzalnu primenu i jednostavno postavljanje.

NOVI KATALITIČKI I BOKATALITIČKI POSTUPCI ZA METANOL

Istraživači sa Tehnološkog instituta u Tokiju razvili su novi čvrsti katalizator sa kojim se postiže velika konverzija CO i H₂ u metanol jednostepenim postupkom u tečnoj fazi. Metanol se sada proizvodi konverzijom u gasnoj fazi sa Cu–Zn–Al–katalizatorom na oko 250–350° i 50–150 bara, ali je konverzija u jednom prolazu mala (15–20%) te se, radi njenog povećanja, koriste reciklovanje dobijenog gasa ili kaskada reaktora, a za potrebne pritiske neophodno je korišćenje velikih kompresora. Dosađajni pokušaji razvoja alternativnih homogenih katalizatora za sintezu u tečnoj fazi nisu industrijski realizovani. Katalizator za novorazvijeni proces sastoji se od termički stabilne anjonske izmenjivačke smole sa metoksi-funkcionalnim grupama, kombinovane sa bakarnim katalizatorom. U postupku, H₂ i CO prolaze kroz suspenziju katalizatora u metanolu na oko 120–150° i 50 bara, i CO reaguje sa metanolom stvarajući intermedijarni proizvod, metil–formijam, koji se potom vodonikom katalitički konvertuje u 2 molekula metanola. Postiže se konverzija od 70% u jednom prolazu, a istraživači predviđaju da će, povećanjem učešća Cu u katalizatoru na 150° i 50 bara, postići blizu 98%. Iako je razvoj u fazi baznog istraživanja, rezultati pokazuju da korišćenje novog katalizatora obećava smanjenje troškova i složenosti sinteze metanola. Pored veće konverzije novi katalizator je u prednosti prema homogonem, jer se može jednostavno izdvojiti iz tečnog proizvoda. Rad u tečnoj fazi na nižem pritisku bi takođe smanjio korišćenje izmenjivača toplote i kompresora.

Japanska firma "Osaka Gas", u saradnji sa više instituta i firmom "Mitsubishi", razvila je bioreaktor za sintezu metanola u gasnoj fazi, kojim se on dobija pod mnogo blažim uslovima od postojeće sinteze. Pošto će se za novi proces koristiti mnogo jeftinija oprema, predviđa se njegova primena za dobijanje metanola iz obalskih nalazišta zemnog gasa. U postupku, gasovita smeša metana, kiseonika i azota se uvodi u bioreaktor, u kome se nalazi nepokretan sloj bakterija roda *Methylocadum*, koje je otkrila "Osaka Gas". Bakterije vrše metabolizmu metana na 50° i 1 bar, oslobađajući pare koji se izdvajaju kondenzacijom, a nereagovali metan se

recikluje u reaktor. Proces je izveden u biorektoru od 0,5 l i postignut je kapacitet od 62 g/l metanola dnevno.

NOVI BOKATALITIČKI POSTUPAK ZA ETANOL

Istraživači japanskog Instituta za inovativnu tehnologiju (RITE) proizveli su genetski izmenjenu bakteriju, čijim korišćenjem se brzina konverzije šećera u etanol povećava za 30 puta u odnosu na uobičajenu šaržnu fermentaciju sa kvascem. Izmenjene *Corynebacteria*-e se uzgajaju u anaerobnoj sredini i potom prenose u bioreaktor, gde proizvode etanol kontinualnim postupkom u anaerobnim uslovima. Pod ovim uslovima, bakterija zadržava svoju metaboličku funkciju ali se ne razmnožava, deluje kao biokatalizator i može se upotrebiti u velikoj koncentraciji, te se velika proizvodnja etanola može postići u relativno malom reaktoru. Rezultati su postignuti u laboratorijskim ispitivanjima, koristeći šećere dobijene iz otpadne celuloze, a Institut planira scale-up postupka i predviđa da će njegovo korišćenje smanjiti cenu etanola dobijenog fermentacijom, na 50% sadašnje.

NOVI POSTUPAK ZA MASNE ALKOHOLE

Švedska firma "Härröd Research" izgradila je pilot-postrojenje za hidrogenovanje metil–estara masnih kiselina u odgovarajuće masne alkohole novim postupkom pod superkritičnim uslovima, u jednoj fazi. U uobičajenom postupku hidrogenovanja, koncentracija vodonika na površini katalizatora utiče na brzinu i selektivnost reakcije. Međutim, vodonik je najčešće malo rastvorljiv u tečnosti, te postoji veliki otpor njegovom prenosu iz gasne faze u reakcionu tečnost, a takođe postoji otpor prenosu između tečne faze i katalizatora. Oba ova faktora ograničavaju koncentraciju vodonika na površinu katalizatora, a time i brzinu reakcije. Istraživači firme su našli rešenje u korišćenju pogodnog rastvarača, propana ili dimetil–etra (DME), i podešavanju uslova postupka da se dobije superkritični sistem, koji sadrži rastvarač, vodonik i supstancu koja se hidrogenuje. To rešava problem otpora prenosu gas–tečnost i takođe smanjuje otpor prenosu do površine katalizatora. Ovim postupkom postižu se vrlo velike zapreminske brzine u reaktoru, reakcione brzine reda veličine sekundi i povećanje kvaliteta proizvoda, a koncentracije vodonika i supstance koja se hidrogenuje na površini katalizatora, mogu se kontrolisati nezavisno od drugih uslova postupka. Pored toga,

postižu se vrlo velike koncentracije vodonika što dovodi do velikih brzina reakcije, operatori mogu da podese druge procesne uslove (npr. temperaturu) radi svodenja na minimum neželjenih sporednih reakcija, a kontrola povećanja egzotermne temperature u reaktoru je lakša, pošto rastvarač deluje kao interni rashladni medijum. Međutim, pošto potreba rekuperacije predstavlja nedostatak rada pod superkritičnim uslovima u jednoj fazi, treba koristiti malu količinu propana ili DME.

U procesu proizvodnje masnih alkohola, sirovine za deterdžente sa ukupnom svetskom potrošnjom od oko 1,5 Mt/god, dolazi do hidrogenovanja estara masnih kiselina u masne alkohole i potom alkohola u alkane, te je cilj procesa maksimalna proizvodnja alkohola, a minimalna alkana. U postojećem industrijskom postupku, koji se izvodi u reaktoru sa gasno–tečnom fazom, dobija se 2–5% nereagovalog estera i 2–3% neželjenih alkana. U novom postupku, ester se meša sa propanom i vodonikom pod superkritičnim uslovima pre ulaska u reaktor i proizvod sadrži manje od 1% i nereagovalog estera i alkana. Efluent iz reaktora odlazi u sud, iz koga se dobijeni alkohol izdvaja sa dna, a propan, nereagovali vodonik i sporedni proizvod metanol prelaze sa vrha u destilacionu kolonu. Metanol se izdvaja sa dna kolone, a smeša propana i vodonika sa vrha kolone; smeša se ponovo komprimuje za reciklovanje u mešač za sirovinu. Pilot-postrojenje može da proizvodi do 10 kg/h masnih alkohola, a protok smeše rastvarač–propan iznosi do 40 kg/h.

Firma je pored postupka za masne alkohole ispitala i hidrogenovanje, u propanu i DME kao rastvaraču: palminog i repičnog ulja za prehrambenu upotrebu, finih hemikalija za farmaceutske proizvode i otpadnog automobilskog mazivog ulja radi uklanjanja poliaromatskih jedinjenja, S, hlor i boje. Glavni zaključci su:

– kvalitet proizvoda može da dostigne nivo koji nije moguć dostići tradicionalnim višefaznim hidrogenovanjem,

– mogu se postići vrlo velike zapreminske brzine reakcija, što omogućuje korišćenje manjih, jeftinijih postrojenja za potreban obim proizvodnje,

– u nekim slučajevima korišćenje superkritičnog, monofaznog postupka povećava trajnost katalizatora,

– uslovi rada u jednoj fazi pojednostavljuju povećanje razmere reaktora i pomažu sprečavanje pojave vrelih tačaka i kanala.

SPECIJALNI VENTILI

Američka firma "Badger Meter" proizvodi različite, specijalne, vrlo efikasne, niskoprotočne ventile za hemijsku industriju pod nazivom Research Control: za ekstremnu hladnoću do -270° , ekstremnu toplotu $200-540^{\circ}$ i visoki pritisak 340–4.135 bara, vrlo otporne na koroziju i druga neželjena dejstva, izrađene od egzotičnih materijala, i kompleksne, za posebne uslove koji zahtevaju preciznu kontrolu.

PLAMENIK SA MALIM EMISIJAMA NO_x

Američka firma "Air Products" proizvodi nove plamenike, projektovane radi smanjenja emisija NO_x , sa pogodnim fluidnim stabilizatorom plamena, koji omogućuje da primarni plamen radi pri ultra-siromašnim procesnim uslovima. U normalnim gorionicima se koristi mehanički uređaj za održavanje plamena, koji troši više goriva radi povezivanja primarnog plamena sa gorionikom, te proizvodi više NO_x . U novom gorioniku primarni plamen se povezuje uređajem za regulisanje protoka goriva i vazduha, što dovodi do pojave vrtloga pri mešanju gasova, čime se troši manje goriva, održava niska temperatura i smanjuju emisije NO_x na minimum. Ostatak goriva se unosi kroz pogodne mlaznice projektovane za brzo razblaženje goriva radi sprečavanja zapušavanja. Sa novim plamenikom, ugrađenim u jednom postrojenju za vodonik, postignuta je manja emisija NO_x , a temperatura zida cevi je smanjena za oko 4° usled uniformne distribucije toplote.

NAJVEĆI SVETSKI KOMPRESOR

Nemačka firma "Siemens Power Generation" proizvela je najveći svetski kompresor za vazduh, snage 55 MW, težine 160 t, usisnog zapreminskog toka od $700.000 \text{ m}^3/\text{h}$, pokretan preko zupčanika električnim motorom. Kompresor će biti postavljen u najvećem svetskom postrojenju za separaciju vazduha južno-afričke firme "Sasol", koje je isporučila francuska firma "Air Liquide", a korišće se radi dobijanja kiseonika za gasifikaciju uglja.

NOVA ADSORPCIONA KOLONA

Švajcarska firma "Roche Vitamins" zaključila je globalni licencni ugovor sa danskom firmom "UpFront

Chromatography" za korišćenje nje-ne tehnologije adsorpcije sa proširenim slojem (EBA) za dobijanje aditiva za hranu, životinjsku hranu, farmaceutske i kozmetičke proizvode. U EBA-tehnologiji koristi se tok tečnosti nagore radi fluidizacije adsorbensa, što omogućuje tok čvrstih čestica materijala kroz kolonu ne zaptivajući ceo sistem. EBA se može direktno koristiti za nedovoljno poznatu sirovinu, a već se industrijski koristi npr. za izdvajanje enzima i drugih proteina iz surutke.

KOLONA SA ELEKTROVIBRACIJAMA

Na Univerzitetu u Amsterdamu je otkriveno da vibracije male frekvence (40–120 Hz), primenjene na tečnu fazu kolone sa mehurima voda-vazduh, poboljšavaju sadržaj gasa i koeficijent volumetrijskog prenosa mase za faktor 2 ili više. Poboljšanje ovih vrednosti pripisuje se nastanku stalnih talasa u koloni, koji smanjuju brzinu kretanja mehura nagore, a u zavisnosti od protoka gasa, vibracije takođe izazivaju smanjenje veličine mehura u ulaznom mlazu za 40–50%. Oglеди su vršeni u koloni dužine 2 m i prečnika 0,1 m, čije je dno potpuno zatvoreno silicijumskom membranom. Vazduh se uvodi u kolonu kroz kapilarni distributor (sa 1 ili 12 mlaznica) koja se nalazi 0,1 m iznad membrane. Vibracije, kontrolisane amplitude i frekvence, prenose se na tečnost oscilacijom membrane specijalnim uređajem za kontrolu pobude i amplitude. Kolone sa mehurima se koriste za mnoge reakcije gas-tečnost u procesnoj industriji, a prenos mase u njima se obično podstiče mešanjem. Istraživači smatraju da su vibracije bolje od mešanja, koje može da izazove intenzivno povratno mešanje, a u nekim fermentacionim i biotehničkim procesima velike sile smicanja u blizini mešalice mogu da oštete osetljive biološke supstance.

EFIKASNI HOMOGENIZATOR

Američka firma "Sonic" proizvodi in-line homogenizator pod visokim pritiskom Sonolator, koji se koristi za potpuno mešanje sistema kao što su disperzija pigmenta, emulzije za prevlake, suspenzije čvrstih materija i sprečavanje penušanja. Kombinovane sile pritiska i kavitacije stvaraju vrlo uniformne i stabilne emulzije i disperzije, a siste-

mi Multiple-Feed imaju više prednosti: nije potrebno snabdevanje vodom, skraćuje se trajanje postupka a povećava njegova efikasnost, skraćuje se zagrevanje i hlađenje i povećava zapremina procesnog sistema u odnosu na prostor koji zauzima uređaj. Pored procesnog uređaja firma proizvodi potpuno automatizovan pilot-Sonolator sa pritiskom od oko 330 bara i 0–2 ob/min.

NOVI PARNI REFORMER

Japanski Institut za primenjenu energiju (IAE), firma "Toyo Engineering" i Institut za inovativne tehnologije (RITE) razvili su novi, autotermalni reaktor (ATR) za parni reforming zemnog u sintezni gas (smeša vodonika i CO). Predviđa se da novo rešenje znatno uprosti uslove projektovanja, smanjujući time investicione troškove. Standardni parni reformeri sastoje se od reaktorskih cevi napunjenih katalizatorom postavljenim unutar peći, a mora se trošiti znatna količina goriva da se one zagreju. Za izvođenje procesa najčešće su neophodni precizno projektovanje i korišćenje skupih konstrukcionih materijala usled visokih temperatura pri reformingu. Novi reaktor sastoji se od naizmeničnih slojeva 2 različita katalizatora, jednog za oksidaciju (heksa-aluminatni tip supstituisan sa Mn, koji je razvio RITE) i drugog za reforming (SOP-katalizator firme "Toyo" sastavljen uglavnom od Ni na nosaču od aluminijum-oksida). Zemni gas, vodena para i kiseonik se ubacuju na vrhu reaktora, u prvom katalitičkom sloju metan se oksidiše na oko $450-500^{\circ}$, a egzotermna reakcija zagreva gasove na oko $900-1000^{\circ}$, što omogućuje da više metana reaguje sa vodom, dajući vodonik i CO u sledećem katalitičkom sloju. Temperatura opada sa endotermnom reakcijom reforminga i ohlađeni gasovi ulaze u drugi oksidacioni sloj. Proces se izvodi alternativnom oksidacijom i reformingom u 3 ili više ciklusa. U ovom postupku moguće je održati temperaturu zida reaktora ispod 300° i raditi sa nižom temperaturom predgrevanja ulaznog gasa. Usled toga, predviđa se da investicioni troškovi za novi ATR (ne računajući proizvodnju kiseonika) budu ispod 30% troškova za standardni, spolja zagrevani reformer. Reaktor je još u razvoju, sada se vrše laboratorijske probe sa uređajem za protok sirovine od $1 \text{ m}^3/\text{h}$.

EFIKASNE MEŠALICE

Američka firma "Lightnin" proizvodi efikasne mešalice za vodu i otpadne vode, koje se stalno usavršavaju radi poboljšanja efikasnosti postupka, mehaničke pouzdanosti i smanjenja ukupnih troškova. Tri nova usavršena tipa su:

– tip A 240, koji znatno poboljšava učinak aeracije površine pri malo brzini obrta,

– tip A 245, koji poboljšava efikasnost prenosa kiseonika, i

– tip R 335, koji vrši efikasno mešanje i obezbeđuje mehaničnu pouzdanost.

U američkom Nacionalnom institutu za standarde i tehnologiju (NIST) razvijen je rotor povezan sa magnetom, koji mešanjem unosi gas u tečnost u toku nekoliko sekundi, za razliku od mešalica povezanih sa magnetom, koje ne uvlače gas, te mešanje traje više časova. Mešači povezani sa magnetom se inače često koriste za mešanje opasnih materijala, jer nemaju osovinu sa zaptivanjem koje može da propušta gasove. Uređaj se sastoji od pravouganog postolja na kojem je montirana šuplja mešalica sa dvojnomicom zavojnicom, a 2 otvora na mešalici uvlače i mešaju gas; spolja pokretan magnet obezbeđuje cirkulaciju gasa u tečnosti. Uređaj se može koristiti za različita ispitivanja, kao što su fazna ravnoteža, hemijska kinetika i ekstrakcija teških metala iz vode pomoću superkritičnih fluida, jer se eliminiše korišćenje velikih i nepouzdatih recirkulacionih pumpi čelija za ravnotežu, a efikasnost ekstrakcije iz rastvora pomoću superkritičnih fluida se povećava za 3 puta.

Američka firma "Chemineer" proizvodi mešalice Q-ED sa provremenom tehnologijom i pouzdanim učinkom, za koji firma daje dvogodišnju garanciju. Zupčasti pogon mešalice ima suvi zaptivni sistem, minimalnu trajnost od 30.000 hr, konstrukciju ležišta koja omogućuje laku demontažu i sigurnu vezu između ležišta i osovine. Mešalice se koriste za sudove zapremine do 38 m³, jačina motora iznosi 150–3700 W.

Američka firma "Pope Scientific" proizvodi kompaktnu, robusnu mešalicu sa pouzdanim i proverenim radom i visokim učinkom za farmaceutsku, prehrambenu, finohemijsku i druge industrije. Mešalica ima izmenljive komponente, može se prilagoditi za različite primene i koristiti za visoki vakuum do 13 bara. Firma takođe proizvodi kompletne sisteme sa sudovima za mešanje i procese.

DESALINACIJA MORSKE VODE

Američka firma "GE Osmonics" razvila je nove membranske elemente, nazvane Seasoft, za poboljšanje rada postrojenja za desalinaciju morske vode, bez taloženja kamenca. Korišćenjem ovih nano-filtracionih elemenata u pripremnom stupnju, tvrdoća morske vode se smanjuje za 95%, što omogućuje da se kapacitet postrojenja za reversnu osmozu udvostruči, a uparivača poveća za 30%. Spiralno uvijene membrane zasnovane su na tehnologiji firme i vrlo su otporne na taloženje kamenca; standardni membranski elementi proizvode se prečnika oko 20 i dužine oko 100 cm.

MEMBRANSKI POSTUPCI

Nemačka firma "Christ" proizvodi membranskim postupcima ultračistu vodu za injekcije i druge potrebe farmaceutske industrije i navodi da je postupak jeftiniji od destilacije za faktor 5,5–7,5. Voda prečišćena pogodnim membranskim postupcima, reversnom osmozom, elektrodejonijacijom i potom ultrafiltriranjem ili drugim stupnjem elektroosmoze odgovara specifikacijama USP i EP. Firma od 2002. isporučuje Osmotron inject, modularno postrojenje za ultraprečišćenu vodu koje se sastoji od 2 stupnja reversne osmoze, između kojih se nalazi uređaj za dejonizaciju. Ovo kompaktno postrojenje može se potpuno očistiti vrućom vodom i predstavlja bezbedan, zatvoreni sistem, a za specijalne primene isporučuje se novi tip kod koga se kao finalni uređaj koristi ultrafiltriranje umesto reversne osmoze. Kod oba tipa omekšana voda koja ulazi u Osmotron inject, prolazi najpre kroz sigurnosni filter i zatim ulazi u sistem za reversnu osmozu u kome se uklanja oko 98% rastvorenih materija, te dobijeni permeat sadrži samo mali sadržaj zaostale soli. U sledećem stupnju permeat ulazi u patentirani Septrosan elektro-dejonizacioni modul u kome se uklanjaju zaostale rastvorene soli, a on vrlo efikasno uklanja pirogene i mikrobne sastojke usled vrlo velikog pH koji proizvodi (2–12). U novom postrojenju, poslednji stupanj je ultrafiltriranje sa membranom atomske mase od 6.000 Daltona. Membrana od šupljih vlakana je asimetrična u 2 dimenzije, sa mogućnošću potpunog pranja i drenaže, a zatopljena smolom da bi se eliminisali mrtvi uglovi. Konstrukcija omogućuje da ultrafiltracioni moduli lako ispune integracioni test izveden sa komprimovanim vazduhom i

osmatranjem pojave mehura. Sa oba tipa Osmotron inject postrojenja dobija se voda znatno boljeg kvaliteta od USP i EP propisa sa provodljivošću od oko 0,1 μS/cm, TOC ispod 50 ppb, mikrobno zagađenje ispod CFU/100 ml i endotoksina ispod 0,06 EU/ml. Osmotron inject postrojenja se proizvode kapaciteta 500–5000 l/h, po porudžbini do 10.000 l/h, od nerđajućeg čelika 316 L, orbitalno zavareni i sa rapavošću površine Ra ispod 0,8 μm.

Američka firma "Membrana" proizvodi Liqui-Cel membranske kontaktore za uklanjanje CO₂ i O₂ iz tečnosti, a moguće je uklanjanje i drugih gasova. Kontaktori su do sada montirani za degazaciju oko 118.000 m³/h tečnosti, provereni su u praksi i imaju više prednosti u odnosu na druge tehnologije. Oni su: robustni – rade kontinualno bez nadzora, kompaktni – sa površinom 10 puta manjom u poređenju sa vakuum-kulama, pouzdani – sa dugogodišnjim ispunjavanjem garancije učinka, modularni – lako se proširuju ako dođe do povećanja protoka tečnosti ili izlaska gasa, sa garancijom do 1 ppb za O₂ i 1 ppm za CO₂.

KOMBINACIJA MLIN-KLASIFIKATOR ZA PROIZVODNJU FINIH ČVRSTIH ČESTICA

Nemačke firme "Noll" i "Gustav Eirich" proizvode kombinacijom svojih sistema mlin-klasifikator fini uniformni prah veličine ispod 3 μm, koji, u odnosu na sada korišćeni postupak mokrog mlevenja sa kuglama, smanjuje potrošnju energije i procesne troškove. U sistemu se kombinuju mlin sa keramičkim kuglama MaxxMill firme "Eirich" i novi klasifikator firme "Noll" tako da se veličina sirovine najpre smanjuje u mlinu, a zatim se, usisana vazdušnom strujom, kreće nagore do klasifikatora. Fine čestice ulaze u klasifikator, dok grubi materijal i aglomerati padaju u ciklon, gde se aglomerati razbijaju i prenose natrag u klasifikator, dok se grubi materijal vraća u mlin, čime se poboljšava ukupna efikasnost postupka. Firme su izgradile demonstracioni sistem, a predviđaju da bi investicije za proizvodni sistem kapaciteta 4800 t/god bile oko 25% veće u odnosu na postojeće mlinove sličnog kapaciteta, ali da bi se one isplatile za kraće vreme, jer je potrošnja energije samo oko 100–400 u poređenju sa 800–2500 kWh/t za postojeće sisteme.

NOVI FILTRI ZA PREČIŠĆAVANJE VAZDUHA

Japanska firma "Daikin Industries" proizvodi nove filtre sa prevlakom od katalizatora osetljivog na svetlost, koji deaktivira bakterije, viruse i njihove toksine efikasnošću od preko 99,9%. Firma je razvila vezivno sredstvo i disperzioni agens za novi katalizator, kalcijum-hidroksi-apatit modifikovan sa Ti razvijen od firme "Fujitsu Laboratories" i Univerziteta u Tokiju, radi prevlake filtra, koja održava aktivnost katalizatora ne koristeći dodatni adsorbens za koncentrisanje mikroba. Ovi adsorbensi smanjuju efikasnost postojećih filtara, usled smanjenja dodira između katalizatora i mikroba, dok novi katalizator, pored toga što sam deluje kao adsorbens, 2,5 puta je efikasniji od adsorbensa korišćenih u postojećim filtrima. Firma ugrađuje novi filter u svojim uređajima za prečišćavanje, a planira njihovu ugradnju u uređajima za klimatizaciju vazduha.

Finske firme "VTT Industrial Systems" i "Lifa Oy" razvile su filtre koji iz uređaja za zagrevanje, ventilaciju i klimatizaciju vazduha uklanjaju čvrste čestice, otrovne gasove, bakterije i viruse; prvi takav filter ugrađen je u centralnoj bolnici Univerziteta u Helsinkiju. Nečistoće u vazduhu dobijaju najpre elektrostatički naboj, pa se zadržavaju na površini filtra i aktivnom uglju, gde se uništavaju izlaganjem UV-svetlosti. Filter pruža manji otpor protoku od uobičajenih filtara HEPA (vrlo efikasni prečišćivači vazduha), a može se naknadno ugraditi u postojeće sisteme za klimatizaciju. Potrošnja energije novih filtara je mala, njihova cena je približno ista a efikasnost veća od minimalne zahtevane specifikacijom za HEPA-filtre.

SENZOR ZA NEPRIJATNE MIRISE

Istraživači sa nemačkog Univerziteta u Bonu razvili su elektronski senzor, koji može da razlikuje mirise bolje od ljudskog nosa. Senzor sadrži 6 receptora, od kojih svaki obuhvata široku oblast isparljivih hemijskih jedinjenja, dok nos sadrži hiljade receptora, od kojih je svaki ograničen na mali broj različitih jedinjenja. Usled toga, iako je nos osetljiv na mali broj molekula specifičnog jedinjenja, teško razlikuje različite mirise, dok elektronski senzor može da se koristi za otkrivanje neprijatnih ili opasnih gasova iz kanalizacije ili industrijskih postrojenja. Elektronski senzor je veličine kreditne kartice, 6 receptora su ljuspice od zlata sa tankim slojem različitih

hromatografskih sredina. Ljuspice vibriraju dejstvom kvarcnog oscilatora i kad receptor apsorbuje specifičnu grupu molekula (na osnovu njihovog oblika), prirodna frekvencija ljuspice se smanji, a merenjem ove promene apsorbovani "miris" se otkriva osetljivošću od oko 1 µg. Osetljivost se može povećati 200-300 puta, prethodnim propuštanjem uzorka gasa kroz adsorpcioni filter u toku 3-5 min, a zatim brзом desorpcijom zadržanih molekula zagrevanjem do 250°. Prototip uređaja se sada koristi za praktična ispitivanja u jednoj fabrici hartije u Nemačkoj, radi monitoringa isparljivih i mirisavih monomera iz polimera korišćenih za doradu hartije, a uređaj će biti uskoro iznet na tržište.

BIOFILM REAKTOR ZA OTPADNE VODE

Istraživači američkog Univerziteta Northwestern razvili su novi biofilm-reaktor, za koji firma "Applied Process Technology" (APT) planira davanje licence. U reaktoru se koriste bakterije i vodonik za konverziju toksičnih zagađivača u otpadnoj vodi u bezopasne proizvode, a biofilm se obrazuje na membranama od šupljih vlakana. APT navodi da je ovaj postupak posebno efikasan za uklanjanje jona nitrata i perlorata iz otpadne vode, a ispitaće potencijal za scale-up postupka radi konkretne primene.

SISTEM ZA DEHLOROVANJE TOKSIČNIH JEDINJENJA

Istraživači sa Instituta za tehnologiju iz Tokija razvili su jednostavan elektrohemijski sistem za dehlorovanje toksičnih hlorovanih aromatičnih ugljovodonika (CAX). Pošto se proces izvodi na normalnoj temperaturi i pritisku i ne koristi dodatne hemikalije, predviđa se da će imati manje procesne troškove od alternativnih postupaka, kao što su spaljivanje otpada, superkrična oksidacija vodom ili tretman alkalnim metalima. U sistemu se kao katoda koristi Pd-čev (spoljnog prečnika 3 mm, debljine 2 mm, dužine 100 mm) sa unutrašnjom prevlakom od Pd-crnog i napunjena Pd-katalizatorom, na ugljenim vlaknima kao nosačem, a kao anoda cilindrična Pt-mrežica koja okružuje katodu; obe elektrode su uronjene u sud sa razblaženom sumpornom kiselinom, a otpadni tok protiče kroz posebnu cev povezanu sa krajem Pd-cevi. Pri naponu u ćeliji od 3-4 V, voda se elektrolizuje na spoljnjem zidu katode dajući vodonik, čiji atomi difunduju kroz Pd i zamjenjuju hlor u CAX oslobađajući

hloridne jone na izlazu; na anodi se stvara kiseonik. Jednim prolazom sistem postiže 100%-nu efikasnost dehlorovanja vodenog rastvora koji sadrži 128 ppm 2-hlorfenola, a 80%-nu ako se njegova koncentracija poveća na 12.800 ppm. Istraživači smatraju da sistem može da dehloruje i druga jedinjenja, uključujući polihlorovane difenile i dioksin, u gasnim i tečnim strujama, a pokazuje sposobnost za reakcije hidrogenovanja na sobnoj temperaturi.

DOBIJANJE VODONIKA I METANA IZ OTPADNIH VODA

Testovi izvršeni na američkom Univerzitetu Penn State ukazuju da se otpadna voda prehrambene industrije može koristiti za dobijanje vodonika i metana kao goriva, uz istovremeno smanjenje troškova prečišćavanja. Posebni testovi su vršeni u postrojenjima za proizvodnju slatkiša, preradu jabuka i proizvodnju ljuspica i utvrđeno da svako od njih može da proizvede značajnu godišnju količinu metana. U testovima fermentacije, bakterije koje proizvode vodonik ubačene su u otpadnu vodu, koja je održavana blago kisealom da bi se sprečio rast bakterija koje proizvode metan i troše vodonik, a u drugom stupnju, izmenjena je kiselost i dodate su bakterije koje proizvode metan. Istraživači navode da su investicioni troškovi veliki, ali se postupak dugoročno isplati jer se aeracija i smanjenje nastalog mulja smanjuju za 75-80%.

PASTERIZACIJA SOKOVA POD PRITISKOM

Američka firma "Sun Orchard" izgradila je prvi netermički sistem za preradu sokova "Bolje nego sveže", koji su razvili Univerzitet Savezne države Florida i firma "Praxair", kapaciteta kontinualne prerade oko 170 l/min. U sistemu se koristi gusta faza CO₂ za uništavanje mikroorganizama i postiže najmanje 10⁻⁵-puta redukcija patogenih organizama. Pošto se ne koristi toplota, koja bi izmenila ukus, sistemom na bazi CO₂ se proizvodi sok od pomorandže sa svežim ukusom za razliku od termičke pasterizacije.

UNIŠTAVANJE VIRUSA UV-ZRAČENJEM

Istraživači "Bayer Technology Services" razvili su sistem u kojem se koristi UV-zračenje za inaktiviranje virusa uz svođenje na minimum oštećenja željenih proteina i drugih vrednih materijala u biotehničkim procesima. Sistem je jednostavniji za

rukovanje, jeftiniji i efikasniji u poređenju sa alternativnim metodama, kao što su termički (10 h na 70°) ili hemijski tretman, a postiže više od 10⁴-puta smanjenje nekih virusa, koji se ne mogu deaktivirati drugim metodama, a suviše su mali za filtriranje. Reaktor za sistem se sastoji od PTFE-cevi koja okružuje kvarcnu cev sa koncentričnom živinom cevi pod niskim pritiskom ($\lambda = 254 \text{ nm}$). Kako fluid protiče helikoidnim putem kroz reaktor, stvaraju se mali vrtlozi, te ova interna cirkulacija obezbeđuje da ceo fluid dođe do zida sa maksimalnim izlaganjem UV-zračenju, a podešavanjem protoka (20–120 l/h) može se kontrolisati trajanje boravka tečnosti u cevi (5–20 s). Prvi prototip od 15 l/h izrađen je za farmaceutske primene, mogući su kapaciteti od 15–800 l/h sa paralelnim ili višereaktorskim sistemom, a uređaj se može koristiti za namirnice ili napitke.

KORIŠĆENJE SPOREDNIH PROIZVODA PRERADE ULJNOG SEMENA

Posle ekstrakcije iz uljnog semena, ulje se obično prečišćava dodatkom kaustične sode i centrifuguje radi uklanjanja neuljnih sastojaka, otpadnog sporednog proizvoda koji se obično dodaje hrani za stoku. U jednom istraživačkom centru američkog Sekretarijata za poljoprivredu (DOE) razvijen je postupak za izdvajanje iz ovog otpada vrednih tečnih komponenata, koji se mogu koristiti kao jeftina zamena sintetičkih polimera, aktivnih sastojaka sredstava za negu kose. Lipidna jedinjenja, uključujući mono- i digliceride i fosfolipide, se teško rekuperišu, jer se degenerišu oksidacijom i drugim reakcijama. U novom postupku, ceo otpadni tok se konzervira neposrednim sušenjem zamrzavanjem, pa se potom lipidi hemijski ekstrahuju smešom alifatičnih ugljovodonika i alkohola. Proizvodi za negu kose mogu se proizvesti za manje od 10% cene sintetičkih polimera, jer je sirovina praktično besplatna, a predviđa se da će procesni troškovi biti vrlo mali. Centar dostavlja uzorke proizvoda za negu kose potencijalnim korisnicima radi ocene.

ELEKTROFLOTACIJA ŽIVOTINJSKOG OTPADA

Španska firma "ADE Biotec" i fondacija "Inasmet" razvili su proces prerade životinjskog otpada i otpadnih voda iz poljoprivrednih domaćinstava, koji smanjuje troškove postojećeg postupka za 50%. Izgrađeno pilot-postrojenje prerađuje oko 1000 l/h otpada, ne koristeći hemikalije, te su troškovi upola manji u odnosu na uobičajeni biološki tretman, anaerobnu digestiju ili termičko sušenje. Otpad se kontinualno

dovodi između više metalnih ploča u elektrohemijsku ćeliju sa 12–17 V. Gvozdena anoda se oksidiše u jone Fe^{+2} , koji deluju kao flokulant i pomažu taloženju organskih materija, a mehuri vodonika, proizvedeni na katodi, izazivaju protok otpada, radi lakšeg uklanjanja. Iz otpada se uklanja više od 80% hemijske potrošnje kiseonika za P i N, što omogućuje korišćenje prečišćene vode za navodnjavanje ili njeno ispuštanje u reku. ADE planira puštanje u rad postrojenje kapaciteta 2000 l/h za farmu svinja u Španiji, a smatra da postupak može da bude pogodan i za druge suspenzije sa velikim sadržajem organskog materijala, kao što je industrijski mulj.

KORIŠĆENJE ŽIVOTINJSKOG OTPADA

U jednom istraživačkom centru američkog Sekretarijata za poljoprivredu (DOE) razvijen je postupak za dobijanje fosfatnog đubriva iz otpadne vode svinjske farme. U postupku se koristi hidratirani kreč za taloženje iz otpadne vode najvećeg dela fosfora, koji se može koristiti kao čvrsto, tržišno fosfatno đubrivo, dok je efluent, koji sadrži odnos N:P veći od 12:1, idealan za navodnjavanje useva.

NOVI POSTUPAK METANACIJE

Japanska firma "Ataka Construction & Engineering" razvila je dvostupni postupak vlažne metanacije za dobijanje metana iz komunalnog đubreta ili otpada prehrambene industrije. Firma navodi da su investicioni troškovi preko 50% manji od uobičajene monostupne metanacije, u kojoj se otpad meša sa vodom da bi se dobila željena koncentracija. U novom postupku otpad se melje i meša sa vodom čime se u solubilizacionom sudu dobija "mlečna" homogena smeša na oko 55° (prvi stupanj). Ova smeša potom prelazi u sud za metanaciju, gde se fermentacijom na 35–36° dobija biogas sa 60–65% metana, ostatak je CO₂. Gasovi izlaze na vrhu, a fermentovana tečnost i ostatak se ispuštaju sa dna suda. Posle odvajanja ostatka, tečnost se recikljuje u mešač, radi razblaženja otpadnog materijala, te se u postupku troši samo 50% sveže vode u odnosu na jednostupnu metanaciju. Uobičajena, jednostupna metanacija izvodi se na 35–55° jer se vrši u istom sudu sa solubilizacijom. Razdvajanje ovih stupnjeva, omogućuje da se novi postupak izvodi na efikasnijoj temperaturi od 35°, a istovremeno se svodi na minimum stvaranje amonijaka, neželjenog sporednog proizvoda. Prinos po toni otpada je 100–180 m³ biogasa i 45–80 kg sporednog, proizvoda, koji se koristi kao prirodno đubrivo.

KORIŠĆENJE DRVENIH OTPADAKA

Japanska firma "Hokuriki Electric Power" sakuplja oko 500–1000 t/god. otpadaka drveta koje nosi voda, na branama svojih hidrocentrala. Firma je razvila postupak da iz ovih i drugih otpadaka drveta dobije čumur (kao gorivo), gas bogat metanom (za sagorevanje u kotlovima) i tečno drveno sirće (ili piroligninsku kiselinu za proizvodnju đubriva). U postupku se otpaci drveta melju u ljuspice i ubacuju na vrh reaktora, a pregrejana vodena para na oko 500° i pritisku od 1 bara ulazi sa strane, blizu dna reaktora. Unešeno drvo prolazi kroz 3 zone: sušenje, karbonizaciju i hlađenje, čumur izlazi sa dna (zona hlađenja), a pare i gas odlaze u hladnjak za razmenu toplote, iz koga se toplota rekuperiše. Tečno drveno sirće se sakuplja na dnu suda, a drveni gas se takođe rekuperiše. Firma je prikazala postupak u šaržnom postrojenju od 100 kg, a kasnije je izgradila kontinualno postrojenje koje prerađuje 5,7 t/dan drvnih otpadaka u 1,1 t/dan čumura, 930 m³/dan gorivog gasa (sa oko 50–60 zapr.% metana) i drveno sirće.

KORIŠĆENJE PEPELA IZ PEĆI ZA SPALJIVANJE OTPADA

Japanska firma "Rasa" razvila je postupak za potpuno korišćenje pepela iz peći za spaljivanje otpada, ispitata ga u pilot-postrojenju kapaciteta 10 t/dan i sada ga nudi na tržištu; postupak, nazvan Sistem za reciklovanje Para-Eco, razvijen je u saradnji sa japanskim firmama "Pacifific Metals" i "Fuji Electric Engineering". U postupku se pepeo meša sa 2–5% koksa i potom se smeša, koja sadrži Ca i Mg, zagreva na 1800 K u jednosmerno-strujnoj električnoj peći sa redukcionom atmosferom. Gvožđe i neugvozdeni metali, npr. Cu i Cr, se tope i ispuštaju sa dna peći kao gvozdена legura (u količini od oko 5% ukupnog pepela), a neorganski istopljena zgura (oko 53% pepela) ispušta se iz srednjeg dela peći i prerađuje na 2 različita načina. Prvi je brzo hlađenje pomoću vode, kojim se dobija staklasti proizvod za upotrebu u cementu, a drugi sporo hlađenje, kojim se dobija kristalasta zgura i koristi kao šljunak ili veštački kamen. Leteći pepeo iz peći sastoji se uglavnom iz isparljivih metala, npr. Zn, Cd, Na i K, a dioksini se uklanjaju iz izlaznog gasa pomoću aktivnog uglja, naknadno ubačenog u peć. Firma smatra da je postupak malo skuplji od izbacivanja na deponiju, ali ne dovodi do ekoloških problema.

PRIKAZ KNJIGE

