

ProSim

Kompanija (Francuska) koja razvija nove software i rešenja za potrebe procesnih industrija.

Zahvaljujući dugoročnoj saradnji sa istraživačkim centrima i konstantnom ulaganju u razvoj i istraživanje ProSim je razvio programe za procesne industrije i postao relevantan faktor Computer Aided Process Engineering-a (CAPE).

Stanovište ProSima je da je kvalitetan model sadržan u simulatoru najbitniji segment rešenja. Cilj ProSima je da ponudi precizno, specifično rešenje koje nije uvek standardno, odnosno poznato. ProSim je prvenstveno orjentisan na hemijsku industriju, ali opslužuje i petrohemijsku, naftnu, prehrambenu i farmaceutsku industriju.

Tokom sedamdesetih godina prošlog veka profesori Bernard Koehret i Xavier Joulia su sa svojim timom u hemijsko inženjerskom istraživačkom centru INPT-ENSIGC razvili "flowsheeting software" baziran na tada novom pristupu. Godine 1989. pomenuti tim je osnovao kompaniju ProSim suočavajući se sa potrebama i interesima industrijskih grupacija. Januara prošle godine ProSim je sa industrijskim korisnicima CAPE software, univerzitetima i Hyprotech-om osnovao CAPE-OPEN Laboratories Network (CO-LaN) – globalnu strategiju u cilju efikasnijeg iskorišćenja CAPE proizvoda koristeći se otvorenim sistemima. Prvi ProSim-ov kompletni CO-LaN proizvod je server termodinamičkih karakteristika (ATOM) koji se može integrisati sa ostalim CO-LaN sistemima.

Lista kompanija koje su ukazali poverenje ProSimu je dugačka i obuhvata kompanije različitih veličina i mogućnosti. Primeri su: AIR LIQUIDE, ASTRA CHEMICALS, BORCHERS FRANCE, CEA, DANONE, ELECTRICITE DE FRANCE, HOFFMANN LA ROCHE, GAZ DE FRANCE, KRUPP UHDE, L'OREAL, MOBIL, SAMSUNG FINE CHEMICALS, SHELL CHIMIE, i dr.

PROIZVODI

ProSim Plus

Program namenjen hemijskim, petrohemijskim, naftnim industrijama. Mogućnosti software su: analiza performansi i projektovanje novih procesa, optimizacija, puštanje sistema u rad, otklanjanje "uskih grla", analiza osetljivosti. Koncipiran je kao flowsheeting program u Windows okruženju sa jednostavnom upotrebom menija za formiranje procesne šeme. Program postavlja materijalne i energetske bilan-

se svake pojedinačne operacije i računski fizičko-hemijske parametre tokova fluida. Posедуje preko 70 modela za osnovne tehnološke operacije i projektovanje opreme (posude, separatori, razmenjivači toplote, reaktori, kolone). Postoji mogućnost da korisnik sam definiše operaciju i postavi termodinamički model za specifične procese. Sadrži i poseban paket za procese sa azotom i sumpornom kiselinom. Baza podataka obuhvata preko 1500 čistih supstanci sa raznim termodinamičkim parametrima, kao i parametrima mešanja. Postoji mogućnost korelisanja eksperimentalnih podataka i korišćenja različitih termodinamičkih modela u pojedinim fazama procesa. Program je efikasan za veoma kompleksne simulacije (jako neidealne smeše, veliki broj recikla, velike procesne šeme), a brza konvergencija je postignuta zahvaljujući specifičnom pristupu po prioritetsnosti algoritama. Problemi konvergencije se lako mogu locirati jer je operacija, odnosno uređaj koji se računava obeležen bojom različitom od ostalih u procesu. Takođe postoji opcija proračuna, korak po korak, koja zahteva inicijaciju svakog narednog koraka. Proces destilacije, apsorpcije, rektifikacije proračunavaju se rigoroznim metodama teorije prenosa mase, a ne pomoću idealizovane teorije ravnoteže faza. Postoji mogućnost višeparameterske regulacije, zatim optimizacije procesa po ekonomskim i tehničkim kriterijumima. Primeri konkretnih problematika koji ProSim Plus tretira:

- Poboljšanje uređaja za rektifikaciju;
- Simulacija destilacionih procesa sa zapaljivim uljima (C4 i C5 alkoholi);
- Simulacija uređaja za tretman gasa (fluoridi, hloridi, bromidi);
- Poređenje kontinualnih i šaržnih separacija destilacijom;
- Simulacija destilacionog procesa izopropil-alkohola;
- Simulacija i optimizacija operativnih uslova postrojenja za proizvodnju etanola;
- Barbotazna kolona-reaktor za hidrogenizaciju : kinetički model, termodinamički model, simulacija i optimizacija;
- Simulacija kolone za apsorpciju (uključujući amonijak i kisele gasove);
- Simulacija ekstrakcije za reciklažu H₂O₂;
- Simulacija i projektovanje HCl apsorpcionih kolona;
- Simulacija i projektovanje postrojenja za proizvodnju dimetil karbonata;

- Transformacija šaržnih u kontinualne destilacione procese za fine hemikalije.

Odysseo (Object-oriented Dynamic Simulation Software Environment)

Program za dinamičke simulacije hemijskih procesa. Koristi se za bolje upoznavanje procesa, projektovanje upravljačkih sistema, on-line kontrolu, uvežbavanje operatera i dr. Program je objektno orjentisan, a baza je C++ programski jezik. Modeli su rigorozni, pišu se jednačinama inženjerske terminologije. Lako se može proširiti i modifikovati za specifične slučajeve. Podržava otvorene principe Microsoft COM-a i kompatibilan je sa CAPE-OPEN standardima. Primeri konkretnih problematika:

- Dinamička simulacija kriogene destilacije vodonikovih izotopa;
- Simulacija hromatografske separacije sa simuliranim pokretnim slojem;
- Razvoj simulatora za ciklične, termalne apsorpcione procese;

BatchColumn

Program za simulaciju nestacionarnih, šaržnih destilacionih procesa. Program je fleksibilan i jednostavan, a tretira najkompleksnije separacije. Proračunava parametre procesa, analizira okolinu i računava dimenzije uređaja. Može da simulira samo jednu kolonu odjednom, a ako postoji zahtev za više kolona one se simuliraju sukcesivno povezujući se imaginarnim procesnim tokom. Ne postoji ograničenje po pitanju broja komponenti u smeši, broja teorijskih podova, broja ulaza. Program proračunava hold-up tečnosti, pad pritiska i faktor plavljenja. Na specifičniji kvalitet proizvoda program proračunava optimalni refluksni odnos. Primeri :

- Optimizacija separacije smeše: izopropanol (IPA)-voda-etanol-1,4-dioksan-etilacetat-dimetilacetamid;
- Separacija smeše : voda-acetonitril-toluen-metanol;
- Simulacija i optimizacija destilacije smeše : aceton-voda-IPA;
- Simulacija i optimizacija destilacije smeše : voda-natrijum hidroksid-natrijum hlorid-IPA-metanol;
- Regeneracija izopropanola;
- Šaržna destilacija veoma čistog etanola;
- Projektovanje destilacione kolone za trihloroanisol.

BatchReactor

Program za projektovanje šaržnih hemijskih reaktora. Pruža mogućnost optimizacije procesa kombinovane sa analizom termičke stabilnosti. Program proračunava procesne parametre, prikazuje razvoj reakcije, odnosno konver-

zije, analizira sigurnost sistema, dimenzioniše opremu i daje mogućnost uvećanja razmere (scale-up). Karakteristike supstanci, odnosno sirovina se mogu prikupiti iz baze podataka ProSima ili ih sam korisnik može uneti u program. Program sadrži nekoliko kinetičkih modela tečnih sistema, kao i sistema tečno-gasovito i tečno-čvrsto. Modeli biohemijskih procesa su takođe sadržani u programu, a takođe korisnik može postaviti sopstveni kinetički model. Hemijska reakcija se definiše pomoću stehiometrijskih koeficijenata, kinetičkog modela i njegovih parametara. Ukoliko kinetički parametri nisu poznati program može da ih proračuna uz pomoć eksperimentalnih podataka. Primeri:

- Studija reaktora za sušenje natrijum acetata;
- Razvoj simulacije procesa polimerizacije etilena pod visokim pritiskom;
- Modelovanje i optimizacija reaktora sa trimetilfosfatom.

ProSec

Program za analizu i projektovanje razmenjivača toplote. Tretirani su razmenjivači obloženi aluminijumom koji se koriste pretežno u postrojenjima za separaciju vazduha, ali i u drugim petrohemijskim i rashladnim sistemima. Program vrši detaljnu analizu kompleksnih struktura različitih tipova razmenjivača toplote. Takođe razvija specifičan software za termičku analizu karbonskih razmenjivača toplote. Program pruža mogućnost projektovanja NOX kondenzatora. Program obuhvata i dinamičku simulaciju razmenjivača u cilju izbegavanja mehaničkih opterećenja.

Ariane

Program za optimizaciju potrošnje energije u postrojenju. Program pronalazi optimalne operativne parametre koji omogućavaju minimalne energetske troškove (potrošnja električne energije, pare, tople vode, i dr.). Program optimizuje eksploataciju postojećih postrojenja, ali i projektuje nova postrojenja. Vršiti termičku analizu procesa pomoću "pinch" tehnologije. Ne postoji ograničenje u broju mreža koje se mogu simulirati. Program ima mogućnost *on-line* optimizacije postrojenja. Optimizacioni model koji program koristi je SQP model. Primeri:

- Simulacija i energetska analiza postrojenja za proizvodnju amonijaka;
- Pinch analiza i termička integracija postrojenja za preradu nafte;
- Analiza mehaničke kompresije pare pri operaciji izomerizacije u procesu prerade nafte;
- Optimizacija utroška energije mreže razmenjivača toplote u procesima atmosferske destilacije;

- Pinch analiza postrojenja za proizvodnju šećera.

ProPhy Plus

Baza podataka čistih supstanci i smeša. Brz pristup faznoj ravnoteži i fizičko-hemijskim parametrima posmatranih fluida. Program za izračunavanje termodinamičkih karakteristika pomoću odabranog termodinamičkog pristupa. Pretraživanje binarnih interakcionih koeficijenata. BibPhy AddIn je takođe baza podataka i program koji vrši iste proračune, daje iste rezultate, iste je snage kao i ProPhy Plus, samo je integrisan sa Microsoft Excel-om kroz AddIn. BibPhy AddIn koristi Active-X kontrolore i pruža mogućnost izračunavanja termodinamičkih parametara iz postojećih podataka ili funkcija koje se nalaze u Excel-ovom dokumentu. Primeri korišćenja ProPhy Plus-a:

- Razvoj termodinamičkog modela za smeše karbonskih kiselina;
- Sastav smeše: vazduh-metil-hlorid-aceton-izopropil etar na 20°C i na temperaturi ključanja;
- Pretraživanje čistih komponenti pod pritiscima od 500 do 800 mbar i temperaturi od 255°C, temperature topljenja;
- Razvoj termodinamičkih modela za jake kiseline;
- Krive kondenzacije raznih smeša uključujući smeše sa azotnom kiselinom i vodom.

PARTNERSTVA

U cilju razvoja i unapređenja proizvoda i njihovog plasmana na tržište ProSim je razvio strateška partnerstva sa univerzitetskim istraživačkim centrima i kompanijama. Glavna partnerska preduzeća su:

INP-ENSIGC (Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Génie Chimique de l'Institut National Polytechnique de Toulouse) je istraživački centar koji je sastavni deo "Laboratoire de Génie Chimique" (LGC) i predstavlja jedan od najznačajnijih evropskih istraživačkih centara za hemijsko inženjerstvo. Dugogodišnja saradnja ProSima sa LGC koji se sastoji od nekoliko istraživačkih timova za specifične oblasti (separacije gas-tečno, čvrsta faza i čestice, separacioni procesi, mešanje).

Nordon Cryogénie

Kompanija koja proizvodi industrijske cevovodne sisteme i opremu. Takođe proizvodi i aluminijumski obložene razmenjivače toplote. Kooperacija sa Prosim-om se odnosi na razvoj software ProSec za razmenjivače toplote fokusiran na razmenjivače obložene aluminijumom.

Mettler-Toledo

Kompanija za prodaju laboratorijske opreme i konsultantske ekspertske

aktivnosti u oblasti reaktorskog inženjerstva. Proizvod zajedničke saradnje je software BatchReactor koji je razvio ProSim, a Mettler-Toledo ga distribuira preko svoje prodajne mreže.

PROGRAMI ZA UNIVERZITETE

ProSim nudi univerzitetima licence svih svojih programa po redukovanim cenama. Programi su pogodni za edukaciju studenata procesnih inženjstava i predstavljaju alate za analize i projektovanje postrojenja, stacionarne i nestacionarne simulacije, te mogu biti sastavni deo programa kurseva kao na pr.: projektovanje procesa, reaktora, upravljanje procesima i sličnim. Trenutno više od 40 univerziteta i instituta širom sveta koristi ProSim programe. Redukovane cene za univerzitete se kreću od 200 do 240 eura (zavisno od programa) za prvu godinu licence, a zatim od 50 do 90 eura za svaku narednu godinu.

INTERNET PREZENTACIJA

Informacije o ProSim programima dostupne su na Internetu (www.prosim.net). Objavljuju se najnovije vesti i dejstva kompanije, a za redovno informisanje zainteresovanih preko Internet pošte (e-mail) moguća je individualna registracija. Internet prezentacija daje kratak pregled i mogućnosti proizvoda-programa koje kompanija razvija. Dostupne su i brošure programa u pdf formatu. Mogu se pronaći kratki opisi razvojnih projekata ProSima u kooperaciji sa drugim preduzećima i istraživačkim centrima. Takođe se mogu pronaći stručni članci koji su orijentisani na problematiku koju tretira ProSim. Članci su objavljeni od 1995. do 1999. na engleskom ili francuskom jeziku, a dostupni su na pdf formatu. Strana najavljuje učešće ProSim na predstojećim događajima: konferencijama, skupovima, simpozijumima i dr., a takođe sadrži i najave vremena i mesta održavanja kurseva -opisa za svoje programe. Preko formulara koji se može pronaći na prezentaciji univerziteta i instituta mogu poručiti programe. Internet prezentacija ne sadrži demo verziju programa, niti vizualne primere korišćenja, ali se besplatno mogu i koristiti dva manja programa: Component Plus za razmenu i tretiranje informacija iz termodinamičkih baza podataka čistih supstanci i RegCin za izračunavanje kinetičkih parametara iz Arrhenius-ove jednačine iz unetih vrednosti konstante brzine na nekoliko temperatura. Internet strana sadrži i dugačku listu sa adresama preduzeća, instituta, istraživačkih centara, univerziteta i servisa iz oblasti hemijskog i drugih procesnih inženjstava.

Nikola Nikačević

RAZVOJ SVETSKE POTROŠNJE MASNIH ALKOHOLA

Prema novim procenama razvoja do 2010, predviđa se da će se svetska potrošnja viših masnih alkohola, sa najmanje 12 C-atoma, povećati u toku sledećih 5 godina za 3,1% godišnje i od 1,5 mil.t u 1998, dostići 2,1 mil.t u 2010. Za proizvodnju 3 tenzida velike potrošnje, alkohol-sulfata, alkohol-etoksilata i alkoholetar sulfata, troši se oko 75% viših alkohola. Svetska potrošnja ovih tenzida stalno se povećavala tokom prošle dekade, pri čemu se potrošnja alkoholetar-sulfata povećavala prosečno 8% godišnje dok se za sledećih 10 godina predviđa njeno smanjenje na 4% godišnje. Za potrošnju alkohol-sulfata predviđa se u periodu 2000-2010. povećanje od 3,9% godišnje što će uticati na ukupno povećanje potrošnje masnih alkohola. Najveći deo masnih alkohola troši se sada u Z.Evropi a predviđa se da će ona ostati najveći potrošač i tokom sledećih 10 godina, učešće S.Amerike procenjuje se 2000. na 30% ukupne potrošnje, dok se u Aziji i drugim regionima predviđa porast od 4,8% godišnje, veći nego u Z.Evropi.

NOVI POSTUPAK ZA GORIVO IZ BIOMASE

Konzorcijum holandskih firmi izgradio je pilot-postrojenje kapaciteta 10 kg/h za direktnu hidrotermičku likvefakciju biomase u uljastu tečnost toplotne vrednosti slične fosilnim gorivima. U postupku, koji je prvobitno razvijen u "Shell Laboratory" u Amsterdamu, vrši se kontinualna digestija suspenzije organskog materijala u vodi na 120-200 bara i 300-350° za manje od 15 min. U pilot-postrojenju biće ispitano korišćenje različitih sirovina, kao što su industrijski i hortikulturni otpadni materijali, trava i poljoprivredni ostaci krompira i šećerne repe. Pored mogućnosti korišćenja različitih materijala, za postupak zasnovan na vodenj suspenziji nije potrebno skupo sušenje ni sitnjenje materijala. Prema troškovima zasnovanim na radu pilot-postrojenja postoje dobri izgledi za industrijsku preradu ove "biosirovine" čak i pri sadašnjim cenama energije. Planira se izgradnja postrojenja kapaciteta 10 kt/god u Holandiji koje treba da se završi 2002.

IZGRADNJA NOVIH POSTROJENJA FIRME "ATOFINA"

Francuska firma "Atofina", hemijski sektor francuske naftne korporacije "TotalFinaElf", izgradila je u Holandiji postrojenje za proizvodnju PVC-aditiva. U postrojenju se proizvodi akrilni modifikator na udar Durastrengh, čijim dodatkom PVC postaje manje krt na

niskim temperaturama i time više otporan na udar i atmosferske uslove. "Atofina" je do sada ovaj proizvod uvozila iz svog preduzeća u SAD, te će izgradnja omogućiti efikasnije snabdevanje evropskog tržišta. Pored toga, oko 25% kapaciteta koristiće za svoje potrebe firma "Metablen", zajedničko preduzeće "Atofina" i japanske firme "Mitsubishi Rayon" sa učešćem 50:50. "Atofina" i "Metablen" već proizvode toplotni stabilizator na bazi kalaja i modifikator na udar MBS (metakrilat-butadien-stiren) na istoj lokaciji tako da će na njoj, izgradnjom novog postrojenja, ukupan kapacitet dostići 30 kt/god. Novo postrojenje je deo investicionog programa za polimerne aditive od 40 mil. evra "Atofina" koji obuhvata i izgradnju novog postrojenja u SAD za proizvodnju stabilizatora na bazi kalaja.

Ista firma pustila je u rad u V. Britaniji novo, potpuno automatizovano, postrojenje najveće tog tipa na svetu za proizvodnju 2300 t/god benzofenona, koji ima široku primenu za različite svrhe: boje i lakove, površinsku zaštitu, kozmetiku i mnoge farmaceutske i agrohemijske intermedijere.

NOVO POSTROJENJE ZA AZOTNU KISELINU

Nemačka inženjerska firma "Krupp-Uhde" gradi za "EC Erdölchemie", zajedničku firmu "Bayera" i "Deutsche BP" koja je početkom 2001. prešla u vlasništvo "BP Amoco", postrojenje za azeotropnu 68,25%-nu azotnu kiselinu kapaciteta 1500 t/dan sa puštanjem u rad krajem 2001. Ovo je prva industrijska primena postupka sa dualnim pritiskom, kojim će se proizvoditi samo azeotropna kiselina, dok uobičajena postrojenja proizvode oko 2/3 60%-ne i 1/3 68%-ne kiseline, jer se za nove procese nitrovanja koristi, umesto ranije 98,5%-ne, ekonomičnija kiselina od 68,25%. U postupku sa dualnim pritiskom amonijak se na niskom pritisku (4,6 bara) oksidiše u NO, koji se potom komprimuje na oko 12 bara, pre nego što uđe u apsorber gde se stvara kiselina. "Krupp-Uhde" je radi dobijanja azeotropne kiseline izradio specijalni projekt apsorpcionog tornja. Interni kompjuterski program simulacije omogućio je optimizaciju cevi za hlađenje i prenos mase na podovima, a projektovan je sa analizom elemenata i specijalni oblik zatvarača prirubnica za izgradnju tako velikog postrojenja sa samo jednim umesto ranije potrebna 2 elementa za sagorevanje. Sud za sagorevanje prečnika 6 m je najveći do sada korišćen u postrojenju za azotnu kiselinu.

PROIZVODNJA NOVOG BIOPOLIMERA

Zajedničko preduzeće američkih firmi "Cargill", koja se bavi preradom poljoprivrednih proizvoda, i "Dow Chemical" gradi postrojenje za preradu 1400 m³/dan kukuruznog brašna u 136 kt/god biopolimera na bazi mlečne kiseline, za kojeg se navodi da ima bolje karakteristike od polimera na bazi ugljovodonika; postrojenje treba da se pusti u rad 2001. U postupku se nerafinisana dekstroza fermentuje u mlečnu kiselinu, iz koje se zagrevanjem uklanja voda, pa se ona na 180-200° prevodi u laktid iz kojeg se dobija polilaktid (PLA) zagrevanjem na 180-200° sa standardnim katalizatorom za transesterifikaciju i mlečnom kiselinom kao inicijatorom. Osobine polimera mogu da se podešavaju kontrolom L- i D- izomera u racionskoj smesi, tako da npr. promena sadržaja D-izomera za 15% određuje kristaliničnost koja, između ostalog, utiče na tranzicionu temperaturu topljenja. Za razliku od postojećih biopolimera, čija je primena bila ograničena na biodegradabilne materijale za pakovanje usled njihove male termičke otpornosti i mehaničke jačine, PLA-folija je slična celofanu, može se termički zavarivati, ima relativno veliku jačinu na istezanje i dobre permeabilne osobine za aromu i miris, dok osobine PLA-vlakana mogu da budu od onih za PET do najlonskih. Predviđa se da će cena vlakana biti slična PET i najlonu, a dok je u SAD najekonomičnija proizvodnja dekstroze iz kukuruza, u drugim postrojenjima, planiranim za Evropu i druge oblasti, mogu se koristiti i druge sirovine kao pšenica ili šećerna repa.

PRESTRUKTURISANJE U HEMIJSKOJ INDUSTRIJI

Vrednost globalnog prestrukturisanja u hemijskoj industriji, koja je 1986-96. iznosila prosečno oko 15, 1997. oko 33, 1997 i 1998. oko 37 dostigla je 1999. najveću dosadašnju godišnju vrednost ugovorenih poslova od oko 38 mlrd. dolara. Ovu godinu takođe karakterišu veličina ugovorenih poslova, najveći među njima (od preko 1 mlrd. dolara) učestvuju u ukupnom iznosu sa 65%, kao i podatak da je 53% ugovora zaključeno između firmi iz raznih zemalja. U okviru hemijske industrije 1997-1999. najaktivniji je bio sektor specijalnih hemijskih proizvoda sa učešćem od 21% u ugovorenim poslovima i 26% u ukupnoj vrednosti tih poslova.

Dosadašnji razvoj i stalno povećanje vrednosti prestrukturisanja omogućuju sagledavanje najčešćih razloga ovih promena:

- povećanje značaja globalnog tržišta,
- povećanje potrošnje hemijskih proizvoda od 3–4% godišnje koje dovede do pritiska na prodaju i istovremeno smanjenja zarada, te je neki put restrukturisanje jedini način za povećanje prodaje,
- zasićenost tržišta u razvijenim zemljama i pojava novih proizvođača, uglavnom iz zemalja u razvoju,
- težnja firmi da ograniče svoju ključnu proizvodnu oblast, što je naročito karakteristično za velike svetske farmaceutske korporacije ("Hoechst", "Rhône-Poulenc", "Ciba-Geigy", "Astra-Zeneca") koje međusobno povezuju svoje farmaceutske i fitofarmaceutske sektore, orijentisujući se na proizvode za zdravstvo, uz istovremeno odvajanje i povezivanje svojih hemijskih i drugih proizvodnih sektora u posebne firme.

Glavni dugoročni cilj restrukturisanja većine firme je da partneri, radeći zajedno, postignu veći efekat od zbira njihovog pojedinačnog poslovanja, pri čemu veliki uticaj imaju sinergetsko smanjenje troškova i proširenja proizvodnog programa. Pri tome se kao najuspešnije pokazalo povezivanje firmi iz istog proizvodnog sektora, što dovodi do ojačanja postojećeg položaja na tržištu i šire ponude proizvoda, a nasuprot tome, najmanja verovatnoća uspeha je pri povezivanju firmi iz različitih proizvodnih sektora, namenjenih uglavnom kratkotrajnom povećanju zarade smanjenjem troškova kroz povezivanje poslovanja.

Posle integracije britanske firme "Zeneca" i švedske "Astra" u 3. po veličini svetsku farmaceutsku firmu "Astra-Zeneca" orijentisanu na proizvode za zdravstvo (HI 1999, br. 7/8), u toku je optimizacija njenog istraživačko-razvojnog rada smanjenjem broja zaposlenih na oko 3500 i istraživačkih centara od 15 na 9, koji će se nalaziti u Švedskoj (3), V. Britaniji (2), SAD (2), Francuskoj (1) i Kanadi (1). Ambiciozni plan razvojnog istraživanja obuhvata: osvajanje 15 novih potencijalnih lekova do 2003, udvostručenje uspešnog razvoja novih lekova na 20% do 2005, osvajanje 3 ili više medicinski značajnih a tržišno uspešnih proizvoda godišnje, smanjenje vremena od selekcije do registracije potencijalnih lekova na ispod 6 godina i dobijanje medicinske provere leka na svim značajnim svetskim tržištima u roku do 12 meseci. "AstraZeneca" sada radi na 159 različitih istraživačkih projekata, među njima na 57 novih hemijskih jedinjenja od kojih se 12 klinički ispituju. Ukupni troškovi farmaceutske razvojnih istraživanja firme bili su 1999. oko 2,5 mlrd. dolara.

Sa orijentacijom na proizvode za zdravstvo "Zeneca" je, kao što je objavljeno (HI 2000, br. 6) prodala svoj sektor za proizvodnju specijalnih hemikalija "Zeneca Specialities", kao i postrojenje za proizvodnju taloženog CaCO₃ belgijskoj firmi "Solvay", a sada

je "Astra-Zeneca" donela odluku da svoj sektor za proizvodnju agrohemijskih proizvoda "Zeneca Agrochemicals" integriše sa odgovarajućim sektorom "Agribusiness" švajcarske firme "Novartis" u novu firmu "Syngenta" (učešće 39:61) sa sedištem u Bazelu. Nova firma imaće očekivanu godišnju prodaju od oko 7,9 mlrd. dolara, 23.500 zaposlenih i biti najveći svetski proizvođač sredstava za zaštitu bilja, sa vodećim položajem za herbicide, fungicide i insekticide, i treći najveći svetski proizvođač semena. Predviđa se da za 3 godine integracija dovede do godišnje uštede od 525 mil. dolara i smanjenje broja zaposlenih za 3000, što predstavlja povećanje prvobitnog programa uštede procenjen 1999. Osnivanje "Syngente" predstavlja dugo očekivani početak konsolidacije agrohemijske industrije, a omogućuje da "Novartis" orijentise svoje poslovanje na proizvode za zdravstvo, dok "AstraZeneca" postaje potpuno farmaceutsko preduzeće.

Kao što je normalno za integracije ovog obima, posle detaljnog ispitivanja Evropska komisija i američka Federalna komisija za trgovinu odobrile su osnivanje "Syngente" uz određene uslove, jer su zaključile da bi nova firma imala suviše jak položaj na mnogim agrohemijskim tržištima kao npr. učešće na evropskom tržištu kod fungicida za žitarice od preko 50%, kod herbicida za kukuruz 60–65% i 4 puta veću prodaju ovih proizvoda od najbližeg konkurenta na tržištu firme "Aventis". Uslovi za odobrenje integracije se sastoje od obaveze partnera da prodaju svoje globalno poslovanje sa većim brojem određenih proizvoda ili grupa proizvoda iz oblasti sredstava za zaštitu bilja, kao i neka proizvodna postrojenja. Partneri izjavljuju da su zadovoljni ovom odlukom, jer poslovanje koje treba da prodaju predstavlja samo 5% očekivane godišnje prodaje "Syngente", o tome već pregovaraju sa više potencijalnih kupaca, a najavljuju da će se prodaja izvršiti tek po završetku integracije koja se očekuje do kraja 2000.

SVETSKI KAPACITETI ZA PROIZVODNJU PVA

Ukupni svetski kapaciteti za proizvodnju polivinilalkohola (PVA) procenjuje se na 790 kt/god u čemu učestvuju (%): "Kurarey" 16, "Celanese" 11, "Nippon Goshei" 10, "Chang Chun" 9, "Du Pont" 7, "Sichuan Vnylon" 6, "Clariant" 5 i ostali (uglavnom azijski proizvođači) 36. Kao što proizilazi iz ovih podataka, oko 75% proizvodnih kapaciteta nalazi se u azijskim zemljama.

ELEKTRONSKA TRGOVINA HEMIJSKIM PROIZVODIMA

Preduzeća hemijske industrije sve više se uključuju e-trgovinu koja treba da omogući brze i bolje poslovanje i smanjenje troškova transakcija između proizvođača i potrošača. Sada

se 90% svetskih transakcija hemijskih proizvoda u vrednosti od oko 400 mlrd. dolara, vrši preko ugovora koji najčešće obuhvataju pregovore, sklapanje ugovora, kontrolu skladišta, pakovanje, isporuku i fakturisanje. E-trgovina može se zamisliti kao džinovski katalog proizvoda, a kupac može jednostavno da odabere najpovoljnijeg isporučioca, izvrši elektronske pregovore o potrebnim količinama i naruči proizvod. Poslednjih godina došlo je do osnivanja više firmi za e-trgovinu, u kojima su učestvovala i neka hemijska preduzeća, a u toku 2000. više velikih hemijskih kompanija odlučilo je da osnuju svoje firme za e-trgovinu koje praktično obuhvataju celu oblast hemijske industrije.

U toku 2000. 8 velikih hemijskih preduzeća, među njima BASF, "Bayer", "DuPont" i "Shell Chemicals", osnovalo je firmu za e-trgovinu "Elemica" kao "prvu za on-line trgovinu hemijske industrije širom sveta". Nova firma će biti potpuno neutralna i nezavisna od osnivača sa svojim rukovodstvom, treba da bude ekonomski uspešna zarađujući od procenta obavljenih poslova, a baviće se trgovinom finih, intermedijernih i baznih hemijskih proizvoda. Za početak rada nove firme osnivači su uložili oko 100 mil. dolara i očekuje se da ona počne sa radom krajem 2000. Osnivači su ponudili pristup i drugim hemijskim firmama od kojih su neke, kao "Celanese", "Ciba", "Degussa" i "Solvay", počele sa pregovorima o ulaganju i učešću u e-trgovini firme.

U međuvremenu grupa velikih naftnih i petrohemijskih kompanija, uključujući "Shell", "Dow" i "BP Amoco", osnovala je svoju firmu za globalnu e-trgovinu za proizvode i servise petrohemijskih preduzeća, rafinerija nafte i eksploataciju nafte i gasa.

Pored toga, nekoliko velikih preduzeća, uključujući BASF, "Bayer", "DuPont" i "Celanese" osnovalo je sličnu firmu "Omnexus" za e-trgovinu termoplastičnim polimernim proizvodima, koja obuhvata proizvode i opremu i pružanje servisa proizvođačima polimernih proizvoda injekcionim livenjem. Osnivači predviđaju ulaganje u novu firmu 50 mil. dolara i početak njenog rada krajem 2000. za severno-američko i evropsko i kasnije širenje na druga tržišta.

Pored pristupanja u neke od ovih firmi, "Bayer" ulaže godišnje oko 75 mil. dolara u e-trgovinu, ne računajući oglase i finansiranje prodajnih centara, i predviđa do 2004. obavljanje 50% svog poslovanja preko Interneta. Od 1998. "Bayer" je vršio nabavku materijala od oko 7,5 mlrd. dolara godišnje preko elektronskog kataloga Chemplorer korišćenog zajedno sa nemačkom firmom "Infraserv Hoechst" i "Deutsche Telekom". "Bayer" je takođe za oblast agrohemikalija ustanovio svoj website za trgovinu sa isporučiocima sirovina i korisnicima sredstava za zaštitu bilja i veterinarskih proizvoda.

NOVI KATALITIČKI KREKING

Japanski Nacionalni institut za istraživanje materijala i hemikalija (Tsukuba) i 4 petrohemijska preduzeća razvili su novi krekning-proces, kojim se u proizvodnju odnosi propilen-eten povećava na 0,7:1 za razliku od 0,6:1 kod tradicionalnih procesa, što je značajno zbog bržeg porasta potrošnje propilena od etilena. Za razliku od uobičajenog termičkog krekovanja, u procesu se koristi nepokretan sloj lantanskog katalizatora na zeolitnom nosaču. U laboratorijskim testovima postignut je ukupan prinos etilena i propilena od 61% za razliku od ispod 50% kod uobičajenih parnih krekeri. Studija izvodljivosti procesa za postrojenje kapaciteta 3000 t/dan ukazuje na procesne uslove od oko 650° i 1-2 bara umesto oko 820° i 1-2 bara za tradicionalni postupak. Investicioni troškovi bi bili slični kao za uobičajena krekning-postrojenja, ali bi potrošnja energije bila oko 20% manja zbog niže procesne temperature. Firma smatra da se postojeći standardni naftni krekeri mogu rekonstruisati za korišćenje novog procesa.

PROCES ZA DESULFURIZACIJU BENZINA

Američka firma UOP i "Intervep", tehnološki centar firme "Petroleos de Venezuela", razvili su proces za hidrotriting kojim se smanjuje sadržaj S u benzinu ispod 30 ppm i, nezavisno od toga, kontroliše njegov oktanski broj. U ISAL-procesu sa dualnim katalizatorom teški benzin se prerađuje na 300-400° i 28-50 bara i, kao u uobičajenom, zasićuju se olefini u sirovini, ali se smanjenje oktanskog broja sprečava izomerizacijom i drugim reakcijama koje ga povećavaju. Pobošljanje katalizatora i procesa omogućuju da se originalni dvostepeni proces izvodi u jednom stupnju, tako da može da se primeni u postojećim postrojenjima. Firme će vršiti industrijske probe u 2 američke rafinerije sa FCC-teškim benzinom, a one će se izvoditi u rekonstruisanim postojećim reformerima.

PROCESI ZA DESULFURIZACIJU DIZEL GORIVA

Američka rafinerija nafte "Petro Star" razvila je novi postupak za proizvodnju dizel goriva sa manjim sadržajem sumpora, saglasno novim zakonskim propisima, za rafinerije male ili srednje veličine, pošto troškovi izgradnje postrojenja za hidrodosulfurizaciju i proizvodnju vodonika mogu za njih da budu suviše veliki. U novom postupku S se uklanja selektivnom oksidacijom, i u laboratorijskim testovima njegov sadržaj u dizel-gorivu je smanjen od 4.200 na 10 težinskih ppm. U postupku

se dizel-gorivo meša sa peroksisirćetnom kiselinom, koja selektivno oksidiše organska sumporna jedinjenja u sulfone na 75-95° i atmosferskom pritisku, dok su dominantna sumporna jedinjenja tiofeni otporni na hidrodosulfurizaciju, te je potrebno korišćenje velikih količina vodonika. Sulfoni se uklanjaju ekstrakcijom tečno-tečno sa jeftinim tržišnim rastvaračem, i dobija ekstrakt sa velikim sadržajem S, a rastvarač rekuperiše destilacijom. Firma procenjuje da bi u industrijskom postrojenju procesni troškovi bili niži za 30-55% i gradi pilot-postrojenje kapaciteta oko 700 kg/dan.

Francuski Nacionalni centar za naučna istraživanja (CNRS) razvio je proces koji bi smanjio troškove desulfurizacije dizel goriva, a u kojem se pogodni hemijski pi-akceptor meša sa gasnim uljem pod atmosferskim uslovima. Reagens sa alkilovanim dibenzotiofenima stvara nerastvoran kompleks, koji se lako uklanja filtracijom. Centar navodi da je korišćen akceptor bezbedan, jeftin i reciklabilan za razliku od uobičajenih akceptora za ova jedinjenja, kao što je tetranitrofluorenol koji se ne može koristiti u industrijskom procesu zbog potencijalne opasnosti od eksplozije. Izvršen je laboratorijski test procesa, a njegove karakteristike i troškove procenjuje konzorcijum u kojem su Centar, naftne firme "Total Fina" i "Elf" i francuski Institut za naftu.

Japanski Centar za energiju iz nafte razvio je novi postupak desulfurizacije dizel-goriva u kojem se koristi H₂O₂ i smanjuje sadržaj S u lakoj nafti od 500-600 na 1 ppm. Primena postupka bi uprostila potrebnu opremu i smanjila troškove usled rada pod blažim uslovima u poređenju sa uobičajenom hidrodosulfurizacijom koja se izvodi na 300-400° i 50-60 bara. Postupak je ispitivan u kontinualnom reaktoru od 300 ml u koji je uveden vodeni rastvor 30%-nog H₂O₂, uz dodatak male količine neke karboksilne kiseline, npr. sirćetne ili trifluoro-sirćetne kao ubrziivača oksidacije, sa mojskim ekvivalentom sadržaja S u nafti. Na oko 50° i 1 bar, S u nafti se posle oko 1h prevodi u polialkil-dibenzotiofen-dioksid i slična oksidovana sumporna organska jedinjenja. Posle pranja rastvorom NaOH sumporna jedinjenja se uklanjaju adsorpcijom na silika- ili aluminijum-oksidnom gelu.

NOVI POSTUPAK ZA SINTEZU AMONIJAKA

Američka inženjerska firma "Kellogg Brown & Root", osnovana spajanjem firmi "Kellogg" i "Brown & Root", nudi novi postupak za sintezu amonijaka "KAAP plus" koji kombinuje najbolja

rešenja postojećih postupaka ovih firmi, a odlikuju ga manji i jednostavniji delovi opreme, manje investicije i potrošnja energije i pouzdaniji rad. Novi postupak obuhvata usavršeni postupak za sintezu KAAP sistem reforming-izmenjivač, u kojem jednostavni izmenjivač toplote cevi-umotaču zamenjuje standardni primarni reformer, i novi sistem za prečišćavanje. U sistemu su kompresori za sintezu gas i hlađenje na istoj osovini, što eliminiše veliku turbinu sa vodenom parom, postrojenje za separaciju vazduha i kružni sistem za rekuperaciju izduvnog sinteznog gasa. Pored toga, kružni sistem radi na relativno niskom pritisku od 90 bara usled upotrebe vrlo aktivnog katalizatora renijuma na ugljeniku, dok se u drugim postupcima koriste magnetitni katalizator i rad na mnogo većem pritisku.

STABILIZATOR ZA POLIMERNE PROIZVODE

Nemačka firma "Süd Chemie", koja od 1998. proizvodi u oglednom postrojenju sintetičke hidrotalcite za industriju polimernih proizvoda, gradi u Nemačkoj industrijsko postrojenje koje će, kad bude pušteno u rad 2000, povećati proizvodni kapacitet od sadašnjih 500 na 5.000 t/god. Hidrotalcit je prirodni mineral, poznat po svojim antiacidnim osobinama, ali nije dovoljno čist i ne postoje raspoložive količine za industrijsku primenu, te je firma razvila postupak za njegovu sintezu iz soli Mg i Al. Proizvod ima slojevit strukturu, u kojoj se karbonatni joni ili hidraciona voda nalaze između ionova Al i Mg, a mineral se može modifikovati zamenom karbonatnih drugim npr. hloridnim jonima. Postoji primena 2 tipa sintetičkog hidrotalcita u industriji polimernih proizvoda. Jedan tip se koristi kao stabilizator za PVC, u toku njegove pripreme za proizvodnju finalnog proizvoda i prerade, a drugi neutrališe ostatke kiselih katalizatora pri proizvodnji i preradi poliolefina. Iako je proizvod skuplji od uobičajenih stabilizatora na bazi olova, njegova je prednost da je potpuno bezopasan.

LEPAK BEZ PLASTIFIKATORA

Japanska firma "Konishi" razvila je lepak za drvo i hartiju koji ne sadrži plastifikatore, te je ekološki povoljniji a nadmašuje osobine, uključujući nisko-temperaturne, uobičajenih lepkova. Prvi stupanj postupka je proizvodnja etilen-vinilacetat kopolimera, koji sadrži 15-35 tež.% etilena, emulzionom polimerizacijom na 50-60° i oko 50 bara. U drugom stupnju dodaje se polivinilacetat (PVA), radi održavanja stabilnosti emulzije, pa se smešaj zagreva na oko 80° i dodaju vinilacetat i inicijatori radi-

kala kao amonijum–persulfat i natrijum–bikarbonat. Monomer polimerizuje na kljuci polimera i dobija se emulzija koja, u odnosu na uobičajene lepkove, daje sloj jači i otporniji na toplotu i vodu. Uobičajeni lepkovi se proizvode emulzionom polimerizacijom vinilacetata uz dodatak PVA kao zaštitnog koloida, a mora se dodati plastifikator da bi se uravnotežile relativne osobine obrade, jačine i otpornosti sloja na toplotu i vodu.

NOVI NEORGANSKI PIGMENTI

U saradnji nemačkih Instituta Max Planck i firme "Degussa" razvijeni su neorganski pigmenti koji ne sadrže toksične metale, a mogu da se koriste za bojenje stakla, gledi i keramike na visokim temperaturama u svetlim nijansama od crvene do zelene. Cilj razvoja je nalaženje zamene za sada najviše korišćene pigmente na bazi kadmijuma, koji predstavljaju opasnost pri izbacivanju na deponije jer je on otrovan i može da zatruje životnu sredinu iz deponije ili peći za spaljivanje otpada. U traženju materijala koji apsorbuju svetlost malih talasnih dužina, dajući najbolju boju, istraživači su ispitivali perovskite, posebno sastava CaTaO_2N i LaTaON_2 i utvrdili da su oni, ako su čisti, sjajno crvene odn. žute boje. Promenom odnosa atoma O_2 i N u strukturi jedinjenja dobijeni su pigmenti od žućkaste do tamnocrvene, a njihova termička stabilnost je veća od kadmijum–sulfoselenida te su pogodni za bojenje polimernih materijala, koji se topu na visokoj temperaturi, i stakla, dok je za bojenje gledi i keramike neophodna prethodna prevlaka vatroostojljivim materijalom npr. ZrSiO_2 . Usled korišćenja Ta novi pigmenti su skuplji od postojećih.

NOVE METALIZOVANE AUTO–BOJE

U BASF–u je razvijen novi tip metalizovanih boja za automobile koje pokazuju izuzetnu osobinu promene pri posmatranju. Uobičajene metalizovane auto–boje, čije je učešće na evropskom tržištu preko 75%, sadrže pločaste čestice Al prevučene tankim slojem oksida gvožđa. Oksid gvožđa reflektuje a takođe i apsorbuje jedan deo svetlosti, dok najveći deo dolazi do Al ispod njega koji ga reflektuje, tako da ova kombinacija refleksije, apsorpcije i interferencije svetlosti proizvodi blještavo–metalni efekat, čija boja zavisi od veličine čestica Al i debljine sloja oksida gvožđa. Za novorazvijene boje nazvane Varichrom koristi se dvostruka prevlaka SiO_2 i oksida Fe oko Al–osnove. Mali indeks prelamanja SiO_2 dovodi do efekta interferencije koji mnogo zavisi od ugla, ali pošto sam SiO_2 ne reflektuje, neophodan je spoljni sloj oksida gvožđa. U BASF–u se za nanošenje sloja SiO_2 (debljine 250–700 nm) koristi sol–gel postupak, a za oksid gvožđa ta-

loženje u parnoj fazi u reaktoru sa fluidizovanim slojem. Varichrom–pigmenti se proizvode u 3 različite boje: zlatna–bezbojna, crvena–zlatna i ljubičasta–zlatna, a vidljivi utisak zavisi od toga da li se automobil posmatra upravo ili pod nekim uglom. Korporacija predviđa da će se novi automobili obojeni Varichrom–bojama proizvoditi od 2001. Novi pigmenti mogu se koristiti i za druge svrhe kao što su polimerne folije, premazna sredstva za drvo, sportska oprema pa čak i za kozmetičke boje za nokte i ruževe. BASF takođe saraduje sa Univerzitetom u Hamburgu na razvoju štamparskih boja sa promenom nijanse na bazi holesterinskih tečnih kristala.

NOVI TIP ADSORPCIJE

Američka Nacionalna laboratorija Oak Ridge razvila je novi tip adsorpcije u kojoj se koristi promena električne struje. U uređaju za adsorpciju gasova koristi se uobličeni kompozit ugljenih vlakana pod normalnim uslovima, a desorpcija dejstvom električne struje od 4–5A i 0–20V na kompozit čija provodljivost je 10 puta veća od granula ugljenika. Vlakna su skuplja od granula, ali se mogu podesiti za adsorpciju specifičnih gasova i imaju 25–100% veći adsorpcioni kapacitet i do 5 puta veću kinetiku, npr. selektivniji od 50% za izdvajanje CO_2 iz zemnog gasa. Investicioni troškovi su slični adsorpciji s promenom pritiska, ali su operativni troškovi manji usled manje potrošnje energije.

NOVI MATERIJAL VELIKE TVRDOĆE

U američkoj istraživačkoj laboratoriji Ames izrađen je novi materijal, dodavanjem manje količine silicijuma i titana leguri aluminijuma, magnezijuma i bora, čija je tvrdoća (46 GPa) nešto veća od kockastog bornitrida (45 GPa) koji je najtvrdi materijal posle dijamanta. Korišćenje novog materijala može da dovede do velikih ušteda u proizvodnji abraziva i alata za sečenje, jer mu je cena preko 3 puta manja od cene kockastog bornitrida, dok se dijamant ne može koristiti za sečenje i mljevenje čelika. Prema objavljenim podacima, za proizvodnju je korišćena metalurgija praha ili povećanje veličine topljenjem kao postupci za rast kristala. Za razliku od drugih tvrdih materijala ima kompleksnu hemijsku strukturu sa 64 atoma u jednom kristalu dok npr. dijamant ima samo 6 u prostoj, vrlo simetričnoj strukturi. Prednost kompleksne strukture je da se na mnogim mestima mogu vezati druge supstance radi dobijanja još tvrdih materijala.

KONZERVISANJE BIOLOŠKIH MATERIJALA

Američka firma "Universal Preservation Technologies" razvila je postu-

pak, nazvan Vitrilife, za dugotrajno konzervisanje na normalnoj temperaturi proteina, vakcina i drugih bioloških materijala. Prednost ovog postupka, u odnosu na sušenje zamrzavanjem, je što se izvodi iznad temperature mržnjenja, čime se izbegava moguće oštećenje proizvoda stvaranjem leda, i postiže "znatno duže" konzervisanje. U postupku se biološki materijali imobilizuju u amorfnom, slično staklastom, obliku u zaštitnim materijalima, kao što su ugljeni hidrati, šećeri, vodorastvorni polimeri i proteini. Rastvori bioloških i zaštitnih materijala se prevode u suhu, mehanički stabilnu penu zagrevanjem u vakuumu iznad tačke mržnjenja. Dalja dehidracija se izvodi na većoj temperaturi, radi povećanja staklaste tranzicione temperature i postizanja dugotrajne stabilnosti u toku skladištenja. Veliki stepen opstanka ili aktivnosti konzerviranih materijala posle rehidracije postiže se izborom odgovarajućeg zaštitnog materijala. Postupak se može primeniti na materijale u standardnom pakovanju ili na veće količine, a zaštitni materijali se jednostavno uklanjaju jer sušenje tankog sloja pene nije ograničeno prenosom mase. Tržišna primena postupka očekuje se do kraja 2000.

ISTRAŽIVAČKI PROGRAMI ZA UŠTEDU ENERGIJE

U okviru 7 trogodišnjih istraživačkih programa za uštedu energije čiji se ukupni troškovi procenjuju na oko 25 mil. dolara, uz učešće u finansiranju američkog Sekretarijata za energiju (DOE), konzorocijom na čelu sa firmom "Air Products & Chemicals" razvio je 2 postupka. U prvom, sistem adsorpcije sa promenom pritiska (PSA) koristi se za rekuperaciju vrednih komponenata iz izlaznih gasova postrojenja za proizvodnju poliolefina i rafinerija nafte. U proizvodnji poliolefina nereagovani monomeri i rastvarači se obično uklanjaju iz proizvoda strujom azota, a potom se do 95% monomera i samo oko 60% azota mogu rekuperirati pomoću membrana. U PSA–postupku izlazni gasovi se kondenzuju do iznad 14 bara i hlade do oko 38° radi kondenzacije monomera, a nekondenzovani gas odlazi u PSA–postrojenje radi izdvajanja zaostalog monomera, koji se može reciklovati, i rekuperacije vrlo čistog azota, uz prinos oba gasa do 99%; za postupak je izgrađeno pilot–postrojenje i sada se radi na njegovoj optimizaciji. U drugom postupku, vrši se ispitivanje procesa hidrogenovanja sa ciljem razvoja čvrstog katalizatora, koji bi se mogao koristiti u šaržnom reaktoru umesto uobičajenog u suspenziji, što bi omogućilo ponovno korišćenje katalizatora i uklonilo probleme rada sa suspenzijom i njenog odstranjivanja. Postupak je ispitan u laboratoriji i, u okviru programa, nastaviće se u reaktoru od oko 45 l.

NOVI UREĐAJ ZA DOBIJANJE ČISTOG VODONIKA

Nemačka firma "Caloric Anglabau" razvila je jednostepeni postupak dobijanja vodonika iz zemnog gasa, propana ili teškog benzina katalitičkim parnim reformingom, kojeg sledi uobičajena apsorpcija sa promenom pritiska na 15 bara, a dobija se vodonik čistoće 99,999 zapr.%. Kombinovanjem prerforminga, reforminga i uklanjanja CO u jedan uređaj cena opreme se smanjuje na oko 2/3 onih za uobičajeni parni reforming. Sa standardnim reforming katalizatorom na bazi nikla i nižoj temperaturi, firma je ispitala postupak u uređaju kapaciteta 50 m³/h i utvrđeno je da su proizvodni troškovi za oko 1/3 niži u odnosu na uobičajeni parni reforming zemnog gasa, a smatra se da je postupak ekonomičan za proizvodne kapacitete do 300–400 m³/h.

MODERNI REAKTOR ZA HIDROGENOVANJE

Američka firma "Sigma-Aldrich" uložila je 25 mil. dolara u izgradnju prvog modernog postrojenja za hidrogenovanje po licenci švajcarske firme "Biazzini" u V. Britaniji. Postrojenje se sastoji od dela za kalorimetrijsko ispitivanje, dva mala prenosna reaktora sa mešanjem tipa "Buchini" i "Biazzini"-reaktora. "Buchini"-reaktori imaju prenos mase i toplote ekvivalentan "Biazzini"-reaktoru što omogućuje da se reakcije, koje se izvode sa manjim količinama reaktanta, mogu izvoditi u većem obimu u "Biazzini"-reaktoru bez potrebe za prethodnim testom procesa. To predstavlja prednost za primenu u farmaceutskoj industriji, gde je brza mogućnost promene proizvedene supstance i njene količine od velikog značaja. U "Biazzini"-reaktoru, usled stalnog presičenja kiseonikom i vrlo efikasnog mešanja, dolazi do minimalne deaktivacije katalizatora. Stehiometrijski višak vodonika se postiže postojanjem prostora za gas u gornjem delu reaktora i korišćenjem mešalice sa velikim smicanjem i šupljom osovinom koja nosi gas nadole u smešu katalizatora i reagenasa. Sistem radi na 15–150°, sa maksimalnim radnim pritiskom od 50 bara, a hladi se internim pločama za prenos toplote velikog pritiska.

NOVI REAKTOR ZA POLIMERIZACIJU OLEFINA

Holandska firma "Montell Polyolefins" razvila je postupak za izvođenje uobičajene dvostepene polimerizacije olefina u gasnoj fazi u jednom reaktoru. Izvođenjem postupka u pilot-postrojenju dobijen je proizvod sa širokom raspodelom molekulskih masa i homogenom smesom polimerizovanih komponenata u pojedinim česticama PE i PP. U tzv. multizonalnom cirkulaci-

onom reaktoru, dve polimerizacije u gasnoj fazi izvode se u dva međusobno povezana dela reaktora, nazvanih uzlazni i silazni deo. Polimerizacija počinje mešanjem katalizatora na bazi titana i jednog ili više gasovitih alfa-olefina u zoni brze fluidizacije uzlaznog dela. Granule koje se povećavaju prolaze kroz separator gas-čvrsta materija i ulaze u fluidizovanu zonu silaznog dela, gde stvaraju gust sloj i teku nadole. Jedan deo proizvoda kontinualno izlazi, a gas izdvojen u separatoru vraća ostatak u uzlazni deo. Radni uslovi u 2 dela su različiti, ali su tipični za polimerizaciju olefina u gasnoj fazi, kao 50–120° i 0,5–10 MPa. Prosečna granula prođe 100–200 ciklusa pre nego što izađe iz reaktora, a dobijene kugličaste čestice prečnika 0,2–5 mm sastoje se od više slojeva 2 polimera koji, pri preradi, pokazuju veliki stepen homogenosti. Firma predviđa izgradnju demonstracionog postrojenja.

KOMPJUTERSKI PROGRAM ZA DESTILACIONE KOLONE

Američka firma "Distillation Group" razvila je kompjuterski program za optimizaciju projektovanja podova u destilacionim kolonama, koji se može koristiti za njihovu rekonstrukciju ili uklanjanje uskih grla. Proizvođači obično proizvode kolone sa svojim specifičnim podovima, dok se programom TZValve poboljšanje korelacije toka pare i tečnosti postiže različitim mehaničkim rešenjima, a on se može koristiti za podove sa 1–4 prolaska. Za uklanjanje uskih grla kolone unose se podaci, kao što su geometrija i brzine para i tečnosti, a programom se utvrđuje da li su podovi uzrok problema, a za rekonstrukciju uticaj promene geometrije poda. U jednoj rafineriji nafte korišćen je program za uklanjanje uskih grla 2 destilacione kolone i postignuto povećanje kapaciteta za 20%.

NOVI MODELI GORIVIH SPREGOVA

Američka firma "Ballard Power Systems" proizvela je novi snažni model gorivog sprega gustine snage od 1.310 W/l, skoro za 30% veće od prethodnog, a koristi membranu za izmenu protoka i daje 75 kW snage, lakši je oko 30% i zauzima oko 50% manje prostora. Spreng kao gorivo može da koristi vodonik ili reformat metanola, koji se dobija iz integrisanog reformera, a prikazan je na jednom auto-sajmu kao pogon za jedan "Fordov" prototip. Američke firme UOP i "Avista Labs" zaključile su ugovor o organizovanju proizvodnje stacionarnih gorivih spregova početkom 2001. Oni treba da se koriste za proizvodnju struje za domaćinstva i privredu a kombinuju spregove sa polimernom elektrolitskom membranom

"Aviste" i UOP uređaj za konverziju propana ili zemnog gasa u vodonik.

GRANULISANJE KORIŠĆENJEM FLUIDIZOVANOG SLOJA

Japanska firma "Okawara Manufacturing" razvila je sistem sa fluidizovanim slojem, u kojem dolazi do simultanog sušenja i granulacije čvrstih čestica i dobijaju granule zapreminske težine do oko 600 kg/m³. Kod uobičajenih fluidizovanih sistema potrebna je dopunska oprema radi dobijanja "klica" čestica, a ubacivanjem rastvora sa vrha suda dobija se proizvod zapreminske težine 300–400 kg/m³. U novom sistemu vreoz vazduh (150–200°) se duva kroz raspodeljivač na dnu suda, a rastvor materijala prska nagore kroz atomizacionu mlaznicu postavljenu centralno, neposredno iznad raspodeljivača. Kada prah počinje da se stvara, on se fluidizira i ostaje suspendovan blizu vrha suda a ove čestice deluju kao "klice" koje, kad se prskaju novim rastvorom, rastu u granule. Kad granule postanu dovoljno velike sakupljaju se na dnu suda i uklanjaju pužnim transporterom. Sistem se koristi za dobijanje začina i drugih prehrambenih proizvoda, a iz suspenzija sa 50 mas.% vode dobijene su granule prečnika 600 µm sa 1,2 mas.% vlage.

UREĐAJ ZA MONITORING NIVOA TEČNOSTI U CISTERNAMA

Američka firma "Audio Vent" razvila je jednostavan audio-uređaj za monitoring nivoa tečnosti u toku punjenja cisterne čije su osnovne komponente mikrofoni, transponder i prijemnik. Mikrofon i transponder, koji rade na bateriju, postavljeni su u kućište pričvršćeno na ventilacionu cev na vrhu cisterne. Dok operator puni cisternu, mikrofoni hvata zvuk i prenosi ga operatoru preko slušalice. Kako nivo tečnosti raste, visina tona se povećava dok se ne čuje da tečnost zapljuskuje vrh cisterne, kada operator obustavlja dotok tečnosti. Firma je izgradila tri prototipa i sada razvija model koji koristi radio-frekventnu transmisiju uz podršku američkog Sekretarijata za energiju; proizvodnja uređaja predviđa se u toku 2000.

Američka firma "Robertshow Industrial Products" razvila je kompletan sistem za daljinski monitoring nivoa tečnosti u cisterni, koji koristi sistem za bežično merenje i prenos podataka do kontrolnog uređaja povezanog sa kompjuterskim programom Centeron. Program vrši konfiguraciju kontrolnog uređaja, skuplja i analizira podatke i izvršava zadatke, kao što je raspored prioritarnih isporuka proizvoda, što može da dovede do smanjenja voznog parka za 10%. Bežične komunikacije se obično izvode korišćenjem uskih opsega frekvencija ali to omogućuje hvata-

nje interferentnih smetnji. Za Centeron se koristi sistem DSSS (spektral sekvenci), koji je ranije korišćen samo za vojne potrebe radi sprečavanja neprijateljskog ometanja radio-emisija, a kod koga praktično ne dolazi do interferentnih smetnji. Firma proizvodi 3 modela monitora za cisterne: jedan sa ventilom za propan i bezvodni amonijak, drugi, ultrazvučni, za maziva, dizel-gorivo i vodu, i treći, radio-frekventni, za benzin, dizel-gorivo i maziva; svi monitori prenose signale na daljinu do 800 m.

Nemačka firma "Endress + Hauser" proizvodi za kontinualno merenje nivoa tečnosti, pasti i suspenzija, radar sa impulsnim mikrotalasima kojim se može postići tačnost od 1 mm što se do sada moglo postići samo sa radarima koji koriste postupak kontinualnih talasa sa modulovanom frekvencijom. Novi uređaj košta oko 2 puta manje od postojećih, koji vrše veću obradu signala ali troše više energije te imaju veću elektroinstalaciju. Instrument radi tako da meri nivo poređenjem impulsnog sa internim referentnim signalom radi kompenzacije faktora, kao što je prečnik suda, koji utiče na brzinu prenošenja. Ovaj postupak i odgovarajući algoritmi signalnog talasa omogućuju tačnost merenja. Instrument je praktično ispitivan merenjem nivoa slabodielektričnih fluida, kao što su biljna ulja i alkoholi, koji se teško mere jer ne odbijaju dobro elektromagnetne talase. Radar može da se koristi do 286° i 65 bara, lako se montira, radi bez održavanja i rekaličisanja i siguran je na eksploziju.

Švedska firma "Saab Tank Control" proizvodi radarske merače nivoa u cisternama hemijske i procesne industrije, koji su jednostavni, pouzdani lako se postavljaju, puštaju u rad i koriste, izuzetno su velike osetljivosti i vrše precizna i kontinualna merenja svih tečnosti dajući digitalne ili analogne rezultate. Merači rade praktično bez održavanja usled merenja bez kontakta sa tečnošću i stalnog samokalibrisanja. Novi model Saab Tank Radar Pro proizvodi se u 3 osnovna tipa optimizovanih za različite cisterne i obojena posebnom bojom:

- tip Lite, obojen zeleno, za neopasne tečnosti, tačnost merenja 9,52 mm (fakultativno 4,76 mm), za sve vrste kompjuterskih programa,
- tip Standard, obojen plavo, za opasne tečnosti, tačnost merenja 9,52 mm (fakultativno 4,76 mm), za kompjuterski program Echofixer, odobren za eksplozivne uslove,
- tip Gold, obojen zlatno, za komplikovane cisterne, tačnost merenja 4,76 mm, za kompjuterske programe Echofixer i MET, odobren za eksplozivne uslove.

Nemačka firma "VEGA Grieshaber" proizvodi radare za merenje nivoa tečnosti različite veličine koji omogućuju mnoge promene koje do sada nisu korišćene. Različiti oblici i sistem ante-

na i korišćenje različitih talasnih frekvenci omogućuju izbor optimalne frekventne oblasti za specifičnu primenu. Aparati se mogu bez prepravki postaviti na mnoge postojeće priрубnice i otvore rezervoara.

	VEGA-PULS 50	VEGA-PULS 40	VEGA-PULS 42
Talaska frekvencija (GHz)	5,8	26	-
Temperatura do	350°	150°	-40° do 150°
Pritisak (bara) do	100	40	-1 do 40
Priključak do	DN 150	DN 50	od 1 1/2"

VEGAPULS 42 je najmanji radar na svetu, sa prečnikom antene od samo 40 mm i dužine 100 mm, može se postaviti tamo gde do sada uopšte nije bilo moguće bezkontaktno merenje nivoa tečnosti, posebno u vrlo malim rezervoarima, a dozvoljen je i za korišćenje u eksplozivnim sredinama.

MONITOR ZA ON-LINE KONTROLU FLUIDA

Američka firma "Foster-Miller" i Istraživačka laboratorija vazduhoplovne baze Wright-Patterson zajednički su razvile minijaturni IR-senzorski uređaj u snažnom kućištu za kontinualnu on-li-



Radar za nivo tečnosti (VEGA Grieshaber)

ne kontrolu degradacije i kontaminacije fluida; IR-spektrometrija se godinama koristi za praćenje kvaliteta procesnih fluida ali samo u laboratoriji. Monitor za kvalitet ulja sastoji se od protočne ćelije

postavljene između elektronski modifikovanog širokotračnog IR-izvora i minijaturnog spektrometra. Monitor, postavljen u uski tok fluida koji se kontroliše, utvrđuje degradaciju ulja i svaki zagađivač prema njegovoj apsorpciji IR-signalna specifične telesne dužine. Prototip težine oko 2,7 kg uspešno je vršio on-line testove praćenjem kvaliteta ulja za turbinske motore, a drugi prototipi su ispitivani u firmama za preradu nafte i namirnica i zaštitu okoline. Predviđa se da će uređaj koštati 4 puta manje od uobičajenog laboratorijskog instrumenta.

PRIMENA NIR-SPEKTROSKOPIJE U RAFINERIJU NAFTE

Jedna južnokorejska rafinerija nafte kapaciteta oko 20 kt/god koristi on-line NIR-spektroskopiju za analizu kvaliteta sirovine i uticaja na osobine različitih frakcija dobijenih destilacijom sirove nafte i postigla je godišnju uštedu od preko 1,5 mil. dolara. Sistem meri oktanski broj, pritisak pare po Reidu, specifičnu težinu i sadržaj benzena i aromata za manje od 1 min, za razliku od do 80 min za uobičajenu laboratorijsku analizu, a veća brzina dobijanja podataka omogućuje korišćenje optimizacije u kontrolnom sistemu postrojenja. Iako je korišćenje NIR-spektroskopije postojalo i ranije, njenu širu primenu su sprečavale vibracije, koje su uticale na čitanje rezultata, i teškoće korelacije dobijenih podataka sa traženim hemijskom osobinama. Priprema uzorka je ključna za primenu novog sistema od 2 spektroskopa u preduzeću, od kojih jedan analizira tokove male a drugi velike viskoznosti, a sistem pored pripreme uzorka vrši uklanjanje vode i čvrstih čestica iz sirovine.

ANALIZATOR VELIČINE POVRŠINE

Američka firma PMI razvila je postupak za karakterizaciju veličine površine prahova, vlakana i poroznih materijala, u oblasti 0,1-10 m²/g, za koji se navodi da je jednostavniji, tačniji i mnogo brži od uobičajenog postupka adsorpcije azota po teoriji BET (Brunauer, Emmett, Teller). Za određivanje veličine površine analizator koristi parametre protoka, kao što su pad pritiska i brzina protoka gasa, i integrisani kompjuterski program za izračunavanje veličine pora i prosečnu veličinu čestica. U postupku se oko 2 cm³ praha stavi u komoru i kroz nju duva vazduh brzinom 0,1-0,3 l/min dok se meri pad pritiska. Kompjuterski program na bazi Windows izračunava veličinu površine i prosečnu veličinu čestica iz brzine protoka vazduha i pada pritiska koristeći modifikovanu jednačinu Kozeny-Carmen. Analiza jednog uzorka traje manje od 5 min za razliku od 3-4 h za BET-test, a analizator košta oko 25% cene dobrog BET-sistema. Sistem se proverava u jednom severno-američkom hemijskom preduzeću.

MEMBRANSKI SISTEM ZA REKUPERACIJU AMONIJAKA

Holandski Institut za ispitivanje zaštite okoline, energetike i procesnih inovacija TNO i firma "Cirmac Int." razvili su membranski sistem za apsorpciju radi rekuperacije amonijaka iz industrijskih otpadnih gasova. U sistemu se koriste moduli sa transverzalnim tokom holandske firme XTO sastavljeni od šupljih polipropilenskih vlakana poroznosti od 73% i kontaktnom površinom po jedinici zapremine do 10.000 m²/m³. Gas koji sadrži amonijak struji duž vlakana, dok apsorpcioni fluid (voda) teče kroz vlakna pod 0,2–0,3 bara. Amonijak prolazi kroz hidrofobnu membranu i apsorbuje se u vodi, uz efikasnost uklanjanja od 99,9%, a proizvodni troškovi su 50% manji od skrubera za apsorpciju gasova koji zauzimaju 10 puta veći prostor. Prvi industrijski sistem rekuperiše 50 kg/h amonijaka od sredine 1999. u jednom češkom preduzeću.

KORIŠĆENJE OTPADNOG PET

Japanska firma "Kansai Paint" razvila je postupak korišćenja otpadnog PET kao sirovine za premazna sredstva na bazi alkidnih smola. Ova sredstva se normalno proizvode od polikarboksilnih kiselina (npr. ftalne) i polihidroksilnih alkohola (npr. glicerina) i modifikuju masnim kiselinama ili drugim modifikatorima. U novom postupku otpadni PET se koristi kao sirovina za dobijanje alkidnih smola reakcijama esterske izmene u rastopu i modifikacije masnog kiselinom. Firma je uspela da zameni oko 15% čvrstog dela smole otpadnim PET, čime se proizvodni troškovi smanjuju za 5%, a planira da od 2000. koristi oko 1000 t/god PET u svom postrojenju u Japanu.

SMANJENJE EMISIJE CO₂ PRI SAGOREVANJU

Američka firma "TDA Research" razvila je postupak za proizvodnju električne energije iz fosilnih goriva uz malu ili bez emisije CO₂ sa efikasnošću uobičajenih termoelektrana. U postupku gorivo (zemni ili sintezni gas, nafta) sagoreva u reaktoru sa fluidizovanim slojem, gde redukuje smešu metalnih oksida u metal na oko 13,5 bara pri čemu nastaje 67% vodene pare, koja se kondenzuje, i 33% čistog CO₂ na oko 10 bara, koji se može odvojiti malim utroškom kompresione energije. U drugom stupnju, redukcijom se energija goriva prevodi u energiju sakupljenu u metalu, koji se ponovo oksidiše vazduhom u drugom reaktoru sa fluidizovanim slojem, a oslobođena energija zagreva vazduh do 900° koji pokreće gasnu turbinu. Oba stupnja su ispitana u laboratoriji, a firma planira rad na njihovoj integraciji krajem 2001. Preliminarna analiza troškova pokazuje da su oni mnogo niži od drugih postupaka.

UREĐAJ ZA UNIŠTAVANJE DIOKSINA U OTPADNIM GASOVIMA

Japanski Nacionalni industrijski istraživački institut (Nagoya) i firma "Yamada Industries" razvili su katalizator na bazi jedinjenja titana, osetljiv na svetlost, za razlaganje dioksina u izlaznim gasovima peći za sagorevanje otpada; za razliku od uobičajenih katalizatora nije potrebno hlađenje gasa. Uređaj se sastoji od 2 valjka, prečnika 24 cm i dužine 1m, napunjena sa oko 10 l katalizatora staloženog na transparentnim zrnima nosača prečnika 3 mm, a u svakom valjku se nalazi 16 UV-lampi, ukupne snage 290 W, koje aktiviraju katalizator. U testovima izlazni gas na 400–500° je prolazio kroz valjke brzinom od 50 l/h i sadržaj dioksina je smanjen od 78 na 1,1 ng ekvivalenta toksičnosti po m³. Firma očekuje da će investicioni i procesni troškovi biti znatno manji u odnosu na uobičajene sisteme, pošto je uređaj kompaktna i jednostavan a nije potrebno hlađenje gasa, i predviđa njegov marketing krajem 2000.

KATALITIČKI FILTAR ZA UNIŠTAVANJE DIOKSINA

Američka firma "W.L. Gore" proizvodi obnovljive reaktivne vrećaste filtre Remedia D/F koji razaraju dioksine i furane i uklanjaju čvrste čestice iz otpadnih gasova industrijskih postrojenja i dimnih gasova peći za spaljivanje otpada. Sistem sadrži membranu od ekspanzirane folije PTFE spojene sa katalitički aktivnim e-PTFE filcom. Membrana zadržava čestice prečnika ispod 1 μm smanjujući njihovu emisiju u okolinu, a gasovi potom prolaze kroz katalitički aktivan filc u kojem se dioksini i furani prevode u vodu, CO₂ i HCl. Test-filtar dimenzionisan za komunalnu peć za spaljivanje otpada kapaciteta 200 t/dan održavao je emisiju dioksina znatno ispod 0,1 toksičnog ekvivalenta po m³, dok je uređaj postavljen u Belgiji smanjio emisije dioksina iz peći za preko 90%. Katalizator razara dioksin nasuprot aktivnom uglju koji ga prenosi iz dimnih gasova u leteći pepeo.

UKLANJANJE CO₂ IZ DIMNIH GASOVA

Izraelska firma "Solmecs" razvila je novi postupak i čvrsti adsorbens za uklanjanje CO₂ iz gasnih struja, npr. dimnih gasova termoelektrana. Veoma porozni adsorbens izdvaja CO₂ hemijskom adsorpcijom na 45–65°, a desorpcija se izvodi na 100–125° uz regeneraciju aktivnih mesta adsorbensa. Procenjuje se da će, u poređenju sa uobičajenom adsorpcijom aminoma, investicioni troškovi biti oko 30%, a proizvodni do 50% niži usled jednostavne opreme, manje potrošnje energije i malog uticaja rada na efikasnost postrojenja. Firma je završila laboratorijsko ispitivanje postupka i predviđa izgradnju pilot-postrojenja kapaciteta 150 m³/h.

NOVI POSTUPAK ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA OZONOM

Na britanskom Univerzitetu Bradford razvijen je novi postupak za prečišćavanje otpadnih voda ozonom, koji kao jak oksidacioni agens uništava veliki broj organskih jedinjenja. Ozon se često koristi za ove svrhe, a uobičajeni postupak je njegovo prodivavanje, u smeši sa kiseonikom ili vazduhom, kroz vodu, ali, usled male rastvorljivosti O₃ u vodi, reakcija može biti spora. U novom postupku O₃ se proizvodi kroz kolonu napunjenu česticama silikagela, koji adsorbuje veliku količinu O₃ i, kad otpadna voda prolazi kroz sloj ovih čestica, on oksidiše organska jedinjenja 10 puta brže u odnosu na uobičajeni postupak. Kad se sav adsorbirani O₃ utroši, čestice se "ponovo pune" jednostavnim sušenjem sloja i prodivavanjem O₃ kroz njega. Na Univerzitetu postupak je uspešno ispitivan u pilot-postrojenju, a u industrijskom postrojenju mogu se postaviti 3 kolone sa paralelnim radom tako da jedna prečišćava vodu, druga se suši i treća "ponovo puni". Postupak se može koristiti za efluente iz različitih postrojenja, uključujući farmaceutske fabrike, rafinerije nafte, proizvodnju hartije i boja itd. Na Univerzitetu se ispituju drugi adsorbensi koji bi mogli zameniti silikagel i povećati efikasnost.

POBOLJŠANJE POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA

Slovenačko preduzeće "Arcanoe Water Technologies", u saradnji sa Univerzitetom u Ljubljani, razvilo je postupak koji omogućuje da uređaji za prečišćavanje otpadnih voda flotacijom budu manji i efikasniji. U postupku je ključni element mlaznica za induktivnu disperziju vazduha koja smanjuje investicione troškove za 20% u odnosu na uobičajenu flotaciju sa mehurima vazduha. Standardni uređaji za prečišćavanje otpadnih voda zasnovani su na dekompresiji rastvorenog vazduha radi stvaranja mehura. Pošto je rastvorljivost vazduha termodinamički ograničena, radi stvaranja mehura potreban je povratni tok od 30–40% prečišćene vode na 6–10 bara za koji su potrebni: pumpa velikog kapaciteta, kompresor vazduha, saturator za kontakt gasne i tečne faze i izlazna mlaznica. Za razliku od toga, u novom postupku potreban je povratni tok od samo 10% prečišćene vode, ali na 12–16 bara. Povratni tok ulazi kroz specijalnu mlaznicu, noseći sa sobom vazduh za stvaranje mehura, što smanjuje potreban kapacitet pumpanja i eliminiše kompresor vazduha. Dvofazni izlazni tok sadrži mehure veličine ispod 100 μm kao i kod standardnih postrojenja. Uštedom potrošnje energije postrojenje se isplati oko 2 godine, a već se koristi u 2 slovenačka farmaceutska preduzeća.

AGLOMERACIJA OTPADA

Postupci aglomeracije, uključujući granulaciju, tabletiranje i briketiranje, nalaze široku primenu za obradu industrijskog i komunalnog otpada. Oni omogućuju da se voluminozni otpad sa kojim se teško rukuje, uključujući mulj i prašinu, prevede u oblik lakši za rukovanje, skladištenje i reciklovanje, što je značajno za proizvođače uočene sa restrikcijom stvaranje otpada ili skupim izbacivanjem na deponije. U industriji čelika prašina može da se briketira i meša sa sirovinom za visoke i elektropeći, što ne ometa njihov rad. Za ovu svrhu ispituje se korišćenje mono-sulfonata kao veziva za briquete koji se tope na oko 1500°, što je povoljnije za rad peći u poređenju sa uobičajenim korišćenjem veziva kreč-melasa za briquete koji se tope na oko 1300°. Jedna francuska firma radi na optimizaciji postupka korišćenja brzovezujućeg kreča umesto termičkog sušenja radi smanjenja vlage u mulju na ispod 4% pre njegovog briketiranja; ovaj postupak se već industrijski koristi ali se teško kontroliše usled promena sadržaja vlage u mulju. Druga firma briketira osušeni kanalizacioni mulj i meša ga sa komunalnim otpadom radi korišćenja kao goriva peći za spaljivanje otpada; energetska vrednost briketiranog mulja je oko 14.600 a komunalnog otpada oko 8.400 kJ/kg. Kanalizacioni mulj može takođe da se tableтира i koristi kao đubrivo sa laganim ispuštanjem hranljivih materija.

PREČIŠĆAVANJE OTPADA RASTOPOM SOLI

Američka firma "Molten Salt Oxidation" izgradila je prototip reaktora za kontinualni postupak razaranja otpada pomoću rastopa soli, obično Na₂CO₃, koji će biti najpre isproban za preradu oko 2300 kg/h otpada iz proizvodnje eksploziva i raketnog goriva umesto njegovog sagorevanja i detonacije na otvorenom prostoru. U postupku se otpadne organske materije ubacuju u reaktor zajedno sa gasom, obično vazduhom, i oksidišu egzotermnom reakcijom do CO₂ i H₂O. Rastop soli se održava na 700–1050° zagrevanjem sa imerzionim grejačem, daje potrebnu toplotu za oksidaciju, iz otpada zadržava čad, gar, metale i neorganska jedinjenja a istovremeno uklanja gasovite halogenovodonike. Otpadni rastop sadrži NaCl, NaOH i uklonjene metale, a otpadni gas CO₂, H₂O, N₂ i O₂ i manju količinu čvrstih soli te je neophodno njegovo filtriranje radi njihovog uklanjanja. Metali i neorganska jedinjenja mogu se recuperirati iz otpadnog rastopa i reciklovati, a halogeni iz otpada reaguju sa rastopom soli i ostaju u njemu te nisu potrebni skruberi za njihovo uklanjanje što smanjuje troškove prerade, u odnosu na spaljivanje, za oko 30–40%. Postupak je bezbedna alternativa spaljivanju, jer ne dolazi do stvaranja

dioksina i furana, tako da se ispituje njegova primena za različite druge svrhe kao što su prerada radioaktivnih i opasnih otpada, rekuperacija soli i metala, čišćenje površina i proizvodnja sinteznog gasa. Ovaj postupak za razaranje otpada se već dugo razvija i proverava laboratorijski u SAD, ali se u novom postupku umesto uklanjanja soli vrši rekuperacija koja omogućuje njihovo ponovno korišćenje.

RAZLAGANJE ORGANSKIH NEČISTOĆA

Japanske firme "Ishikawajima-Harima" i "Shinryo" razvile su superkritični postupak pretvaranja organskih komponentata u komunalnom otpadu u CO₂ i vodu, koji omogućuje preduzećima da svoj otpad tretiraju na licu mesta. Organski materijali, kao polimerni materijali i hartija, se odvajaju od drugog otpada prosejavanjem i kompresijom pa se drobe u čestice veličine ispod 1 mm. Samleveni otpad se meša sa vodom i likvifikuje u reaktoru na oko 300° i 100 bara, pa se pritisak snižava na oko 10 bara i u reaktor na 170–200° uduvava vazduh radi razlaganja otpada oksidacijom. Za sistem kapaciteta 1 t/dan firma procenjuje da se investicija isplati za 5–6 godina.

PREČIŠĆAVANJE ZEMLJIŠTA ZAGAĐENOG TNT-om

U američkoj Nacionalnoj laboratoriji za inženjerstvo i zaštitu okoline Idaho razvijen je biotehnoški postupak za razaranje TNT-a i zemljišta zagađenog TNT-om. Iz zagađenog zemljišta i suspenzije TNT u acetonu se dobija sirovina za kompostiranje mešanjem sa sitnim komadima drveta, stajskim đubretom, lucerkom i krompirom (koje mikroorganizmi koriste kao izvor ugljenika). Efikasnost metode je 99,99% (od 7.440 na 0,89 ppm) posle 34 dana.

UTVRĐIVANJE KONTAMINACIJE ANALIZOM SRŽI DRVETA

Američka Geološka služba koristi analizu srži drveta za određivanje kontaminacije zemljišta i plitkih podzemnih voda hlorovanim alifatičnim ugljovodonicima kao "izuzetno jeftinu" i brzu metodu. Uzorak srži drveta, prečnika oko jedne olovke, koji prenosi vodu uz drvo uzima se bušenjem pomoću šuplje bušilice. Uzorak se ostavlja preko noći u zatvorenom sudu radi akumulacije izlaznih gasova pa se uzima uzorak gasa i analizira gasnim hromatografom. Geološka služba je analizirala srž 97 drveta u jednom zaštićenom šumskom kompleksu i našla da koncentracija hlorovanih rastvarača održava stanje kontaminacije podzemnih voda. U bušotinu se stavlja čep radi zaštite od insekata, drvo i dalje upija vlagu obilazeći oko bušotine, a navodi se da ga metoda ne oštećuje.

SPOR O TOKSIČNOSTI FOSFORNE KISELINE

Posle skoro dekade parničenja američka Agencija za zaštitu okoline (EPA) je usvojila predlog da se fosforna kiselina izostavi sa liste toksičnih hemikalija koje određuje zakonski propis. Institut za đubriva podneo je 1990. tužbu protiv odbijanja EPA da fosforu kiselinu izuzme iz ovog propisa, što je viši sud potvrdio sredinom 1999. Institut je tvrdio da fosforna kiselina može da izazove rast toksičnih algi, usled svoje hranljive vrednosti, ali da sama nije toksična.

PONOVO ISPITIVANJE NEUROTOKSIČNIH PESTICIDA

Američka Agencija za zaštitu okoline (EPA) zahteva od firmi koje proizvode 12 grupa poznatih neurotoksičnih pesticida da sa njima izvedu 3 laboratorijska testa da bi odredili da li dolazi do kvalitativnih ili kvantitativnih razlika neurotoksičnog dejstva pri uzrastu dece ili razvojem nervnog sistema. Rezultati testa će se koristiti za određivanje maksimalnog nivoa primena pesticida u hrani, posebno za određivanja da li treba uvesti 10-struko smanjenje bezbedne koncentracije radi zaštite beba i dece. Testovi će se izvesti u fazama, počinjući sa 2.574 pesticidna proizvoda koji sadrže 34 organskih fosfatnih jedinjenja koja inhibiraju holinesterazu, neurotoksične pesticide sa najvećim prioritetom. Razlog za izvođenje testova u fazama su raspoloživi laboratorijski kapaciteti proizvođača, ali će neizvršavanje traženih ispitivanja za 2 godine dovesti do suspendovanja registracije proizvoda.

PRENOSNI MONITOR ČESTICA U VAZDUHU

U američkoj Nacionalnoj laboratoriji Los Alamos razvijen je prenosni monitor čestica u vazduhu za kojeg se navodi da u realnom vremenu identifikuje praktično sve elemente periodnog sistema i njihove relativne koncentracije i da je oko 10 puta osetljivije od postupka na bazi lasera koji se danas jedini koristi. U monitoru se koristi minijaturni mlaz mikrotalasne plazme za pobudu atoma čestica u vazduhu, a zatim elementi identifikuju svojim poznatim energetske nivoima. U instrumentu se uzorak vazduha pumpa kroz cev u izvor plazme, a priključeni kabl optičkih vlakana otkriva optičke emisije i prenosi informacije spektrometru. Specifične talasne dužine i maksimalne visine signala prenose se na ekran prenosnog kompjutera, gde talasne dužine identifikuju elemente a maksimalne visine signala njihove koncentracije. Prototip instrumenta težak je oko 25 kg i prvobitno je korišćen za određivanje berilijuma, jer je u Los Alamosu bilo više od 100 slučajeva hroničnog oboljenja od berilijuma u koncentraciji do 0,12 µg/m³.

Johanatan Clyden, Nick Greeves,
Stuart Warren, Peter Wothers:

ORGANIC CHEMISTRY
OXFORD University Press, London

Sredinom 2000. godine, u izdanju OXFORD University Press, publikovana je knjiga ORGANSKA HEMIJA autora J. Clyden, N. Greeves, S. Warren i P. Wothers.

Odmah pada u oči obimnost materijala koji je izložen na preko 1500 stranica u neobičajeno velikom formatu strane. Sadržaj, koji je podeljen na čak 53 poglavlja, daje veoma široku oblast koju obuhvata ova knjiga, a sve pod nazivom Organska hemija. Ipak, detaljnim pregledom teksta može se uočiti da je ova materija napisana na iznenađujuće nov i originalan način. Autori su se, kako sami navode u predgovoru, odlučili da napišu udžbenik za prvu i drugu godinu redovnih studija, pa su na taj način tekst i prilagodili.

Glavna odlika, koja se provlači kroz celu knjigu, je jasnost i jednostavnost u prikazu svih reakcija, uz veoma detaljna objašnjenja koncepta samih reakcija koja se daju uvek kroz primere koji se mogu sresti u svakodnevnom životu. Da bi ovakav koncept uspeo potrudio se veoma mlad i ambiciozan tim autora koji su u pisanju upotreбили sveži i jasan stil. Na ovaj način su, inače nekad suvoparno objašnjene reakcije organskih molekula, približili studentima početnicima čineći učenje ove materije interesantnim i zanimljivim.

Osnovna prednost udžbenika Organska hemija autora J. Clyden, N. Greeves, S. Warren i P. Wothers su svakako pažljivo odabrani primeri objašnjenja hemijskih reakcija što vodi razumevanju, a ne pamćenju činjenica. Dalje, posebna pažnja je posvećena mehanizmima reakcija, orbitalnoj teoriji i stereohemiji da bi se čitaocu omogućilo razumevanje važnih činjenica zajedničkih za sve reakcije. Ceo tekst je međusobno povezan u jedinstvenu celinu iako je, samo prema sadržaju, podeljen prema grupama reakcija. Zajednička linija kroz sva poglavlja je upoznavanje strukture jedinjenja i, naročito, hemijskog jezika.

Svako poglavlje počinje sa vezama (connections) za prethodna i sledeća poglavlja, kao i kratkim sadržajem, odnosno metodskim jedinicama koje će biti obrađene. Dalje sledi tekst uvida u poglavlje, strukturne osobine jedinjenja čija se grupa reakcija obrađuje, reakcije karakteristične za grupu jedinjenja i na kraju zadaci za rešavanje. Zadaci su jednostavnih zahteva i obima, ali su efektno vezani za samu suštinu

obrađenog poglavlja pa predstavljaju na neki način sažetak celog poglavlja.

Knjiga je izuzetno tehnički opremljena. Sve reakcije su prikazane u boji (veoma slične P. Wolhard: Organic Chemistry), a na marginama teksta su data dodatna objašnjenja ili primeri za obrađene reakcije. Brojne slike i primeri iz svakodnevnog života čine objašnjenja bližim za razumevanje.

Autori se često odlučuju da daju primere i veoma komplikovanih reakcija, ali ih na prihvatljivo jednostavan način objašnjavaju, što doprinosi lakom čitanju, a samim tim i učenju teksta.

Velika pažnja je posvećena primeni instrumentalnih metoda u organskoj hemiji i analizi spektara jedinjenja koja su predstavnici pojedinih grupa jedinjenja koja se obrađuju. Objašnjenja su jednostavna i precizna data tako da se opšti utisak o značaju ovih metoda u organskoj hemiji jasno naznačava.

Poslednje, 53 poglavlje, nosi naziv Organska hemija danas i Organska hemija u budućnosti. Veoma zanimljiv tekst koji daje dostignuća u ovoj oblasti koja su danas najaktuelnija, kao i predviđanja velikog razvoja organske hemije u budućnosti, naročito u oblasti prirodnih organskih jedinjenja i fiziološki aktivnih supstanci.

Na kraju knjige je dat Indeks glavnih reakcija, naziva jedinjenja i mehanizama reakcija tako da se lako mogu naći u obimnom tekstu.

Organska hemija autora J. Clyden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers može da predstavlja veliku pomoć u učenju organske hemije svim studentima koji se prvi put sreću sa ovim predmetom. Zbog toga se ovaj udžbenik može preporučiti kao osnovni ili pomoćni materijal za osnovne kurseve Organske hemije.

Strahinja Zečević, Snežana Gojković,
Branislav Nikolić

ELEKTROHEMIJSKO
INŽENJERSTVO
Tehnološko-metalurški fakultet
Univerziteta u Beogradu,
Beograd, 2001.

Relativno oskudan izbor literature iz oblasti elektrohemije na srpskom jeziku dopunjen je udžbenikom kojeg su autori namenili prvenstveno studentima IV godine Tehnološko-metalurškog fakulteta koji slušaju predmet Elektrohemijsko inženjerstvo. Knjiga ima 375 strana i obuhvata dvanaest poglavlja:

(1) Osnovni pojmovi i veličine elektrohemijskog inženjerstva,

(2) Energetika elektrohemijskog reaktora,

(3) Prenos mase u elektrohemijskom reaktoru,

(4) Raspodela gustine struje i elektrodnog potencijala na elektrodi,

(5) Matematički modeli elektrohemijskih reaktora,

(6) Optimizacija elektrohemijskog postupka proizvodnje,

(7) Tehničko-tehnološki aspekti elektrohemijske proizvodnje,

(8) Dobijanje i rafinacija metala elektrolizom,

(9) Elektrohemijske tehnologije proizvodnje neorganskih i organskih supstanci,

(10) Galvanotehnika,

(11) Elektrohemijski izvori energije i

(12) Ostale elektrohemijske tehnologije.

Osnovna karakteristika teksta je da su teorijske osnove svake od pomenutih oblasti date veoma detaljno, što omogućava korišćenje knjige i čitaocima sa minimalnim poznavanjem elektrohemijske termodinamike i kinetike. Naglašena je povezanost hemijskog i elektrohemijskog inženjerstva, što se posebno odnosi na razmatranje prenosa mase i matematičke modele elektrohemijskih reaktora. Poglavlja (8) – (12) koja obuhvataju tehnologije u elektrohemijskom inženjerstvu obiluju praktičnim objašnjenjima i detaljima, što je više karakteristika poglavlja (8) i (9) nego ostalih. Galvanotehnika i elektrohemijski izvori energije su dati na preglednom nivou, ali sa koncizno objašnjenim tehnološkim osnovama, što čitaocu daje dovoljno znanja da može da se snađe u usko stručnoj literaturi. Poslednjem poglavlju koje se bavi elektrodijalizom, primenom elektrokinetičkih fenomena, elektrohemijskim mašinstvom i elektrohemijskim prečišćavanjem otpadnih voda, moglo bi se staviti primedba da nisu obrađeni elektrohemijski senzori i zaštita od korozije nemetalnim prevlakama, pa je to istovremeno i preporuka autorima da sledeće izdanje dopune ovim interesantnim oblastima primene elektrohemije.

Knjiga se može preporučiti i studentima ostalih fakulteta koji slušaju kurseve iz elektrohemije, elektrohemijskog inženjerstva, primenjene i tehničke elektrohemije na redovnoj i posle diplomskoj nastavi. Ona takođe može biti od velike koristi inženjerima koji počinju da se bave elektrohemijom, kao i onima sa iskustvom koji žele da osveže i povežu već stečena znanja.

D.Lj. Debeljković, S.A. Milinković,
L.L. Peza, S.D. Šarboh, V.M. Milentijević
**DINAMIKA PROCESA SA
RASPODELJENIM PARAMETRIMA:
ANALIZA I SINTEZA U
PARAMETARSKOJ RAVNI**
Mašinski fakultet, Beograd, 2000.

Već više od pola veka sistemi sa raspedeljenim parametrima privlače pažnju naučne i stručne javnosti širom sveta, a posebno u Rusiji i Sjedinjenim Američkim Državama. Njihovo prisustvo u svim granama tehnike više je nego evidentno i u tom smislu veoma veliki broj radova i obimna publicistička delatnost u punoj meri je iskazala interes za ovu klasu sistema.

Sama monografija je podeljena u četiri osnovne celine, od kojih se u prvoj daju teorijske osnove sistema sa raspedeljenim parametrima i sistematika rekapitulacija do sada postignutih rezultata na izučavanju ove klase sistema. U tom smislu razmatraju se osobenosti i specifičnosti sistema, njihova klasifikacija kao i mogućnosti predstavljanja u pojedinim domenima interesantnim za njihovo proučavanje sa pozicija automatskog upravljanja. Navode se i detaljno obrađuju primeri sistema sa raspedeljenim parametrima. Osnovne ideje i postavke parametarskih metoda takođe su obrađene u ovoj celini kao preliminarna materija, neophodna za kasnija razmatranja.

Drugi, centralni deo ove monografije, pored izvesnog dela koji iznosi poznate rezultate na planu primene parametarskih metoda analize i sinteze sistema na klase sistema sa raspedeljenim parametrima drugih autora, predstavlja osnovni naučni doprinos autora u kome oni iznose svoje originalne rezultate koji u parametarskoj ravni, kroz dobro poznate metode, omogućavaju efikasnu analizu i sintezu posebnih klasa sistema sa raspedeljenim parametrima. Na taj način, bez strukturalnih zahvata, omogućeno je preslikavanje proizvoljnih kontura iz matične "s" ravni u ravan podešljivih parametara, a sve to zajedno omogućava izbor adekvatnog upravljanja, kojim se postiže visok stepen kvaliteta rada sistema u celini, a kroz njegov zahtevani stepen relativne stabilnosti. U tom smislu postavljeni su i originalno rešeni problemi korišćenja metode D–razlaganja, izdvajanja oblasti unapred zadatog vremena smirenja i stepena prigušenja prvo Mitrovićevom, a zatim modifikovanom Mitrovićevom metodom i na kraju univerzalnom algebarskom metodom. U svim razmatranim slučajevima uzeta je u obzir linearna veza podešljivih parametara u koeficijentima karakterističnog kvazipolinoma sistema, sem u poslednjem slučaju, kada je bila dozvoljena i veza nelinearnog tipa u formi proizvoda što predstavlja potpunu generalizaciju problema. Kroz određene rezultate iznete u Dodacima, pružene su mogućnosti za verifikaciju ovih rezultata, a posebno odabranim primerima prikazana je valjanost i sva

efikasnost predloženih i novoformiranih rezultata.

Ova monografija ima za cilj da prvo, jasno, široj naučnoj i stručnoj javnosti predstavi originalne i samostalne rezultate autora do kojih su došli tokom niza godina bogatog istraživačkog rada, kao i da posluži kao uvodni tekst za mnoge više akademske kurseve nadgradnje znanja koji se bave problematikom sistema sa raspedeljenim parametrima, posebno njihovom analizom i sintezom i parametarskoj ravi a na nivou postdiplomske, doktorske i postdoktorske studije.

Uvidom u veliki broj referenci koje su ponudili autori lako se vidi njihovo duboko poznavanje relevantne literature iz ove oblasti ali se, takođe, jasno uočava da je ova monografija proistekla iz višegodišnjeg intenzivnog bavljenja prvopotpisanog autora ovom problematikom, kao i njegovom evidentnom saradnjom sa ostalim koautorima, kolegama, a posebno sa studentima i studentima posrediplomcima.

Svetislav Zarić
Velimir Simonović

D.Lj. Debeljković, S.A. Milinković
**STABILNOST SISTEMA SA
KAŠNENJEM NA KONAČNOM
VREMENSKOM INTERVALU**
Mašinski fakultet, Beograd, 2000.

Ova monografija ima za cilj da posluži kao uvodni tekst za postdiplomce, doktorante i istraživače čija je oblast interesovanja vezana za proučavanje ove klase sistema, posebno njene najznačajnije osobine – stabilnosti. U tom smislu su autori svu pažnju posvetili konceptima tzv. neljapunovske stabilnosti sa posebnim akcentom na stabilnost na konačnom vremenskom intervalu, koja sa inženjersko–tehničke strane ima poseban značaj.

Impozantan broj prikupljenih i citiranih referenci jasno svedoči o širokom poznavanju relevantne materije vezane za problematiku stabilnosti sistema sa kašnjenjem. Njihovim pažljivim izborom omogućen je kako hronološki, tako metodološki uvid u razvoj i nadgradnju prezentovane materije a sve sa ciljem da se objektivno prikažu rezultati drugih autora i jasno izdvoje od sopstvenih. Sve ovo postignuto je sa lakoćom poštujući pravovremeno i adekvatno citiranje relevantne literature na mestima gde je to bilo obavezno i potrebno.

U brojnim dodacima date su negde kraće, negde duže rekapitulacije poznatih rezultata iz teorije, a sve sa ciljem da se u slučaju potrebe željeni horizonti saznanja još više prošire i pridube znanja neophodna za razumevanje izlagane materije.

Osnovna podloga u metodološkom smislu i prilazu ove monografije predstavlja druga Ljapunovljeva metoda i njena namenska modifikacija u svetlu istraživanih problema, koja se i ovde pokazala kao veoma moćno i efi-

kasno sredstvo u spoznaji inherentnih osobina ove specifične klase sistema.

Prvi, opšti i uvodni deo bavi se prvenstveno pitanjima porekla, prirode i osobenostima fenomena kašnjenja u prenosu signala u fizičkim procesima. U tom smislu autori izlažu i različite moguće klasifikacije ovih sistema, s obzirom na poreklo i lokaciju kašnjenja i reperkusija njegovog postojanja na forme predstavljanja takvih sistema u matematičkoj notaciji. Takođe je, sa posebnom pažnjom, razmotren zadatak Cauchyja (problem početnih uslova) s obzirom na činjenicu da se ovde pristorija sistema iskazuje kroz tzv. početnu funkciju, a ne početne uslove kako je to uobičajeno kod običnih sistema diferencijalnih jednačina. U nastavku ove materije dato je određivanje vremenskih odziva ove klase sistema na klasičan način korišćenjem Laplaceove transformacije, kao i postupak u prostoru stanja (određivanje kretanja sistema) za različite specifične podklase ovih sistema.

Neka opšta pitanja teorije stabilnosti osvetljena i prezentovana kroz metodske jedinice kao što su: stabilnost u smislu Ljapunova, praktična i tehnička stabilnost, kao i stabilnost tipa "ograničeni ulaz – ograničeni izlaz" predmet su razmatranja drugog dela monografije.

Treći deo monografije posvećen je praktičnoj stabilnosti i stabilnosti na konačnom vremenskom intervalu vremenski kontinualnih sistema. U tom smislu, prvo se daje hronološki pregled do sada postignutih rezultata, zatim pregled i metodološki pristup fundamentalnih rezultata drugih autora i na kraju izvestan broj sopstvenih rezultata koji su, u svetlu ovog koncepta, oformljeni za posebne klase linearnih sistema sa funkcionalnim matricama sistema.

U četvrtom delu razmatraju se problemi analogni prethodnim ali ovde sada za vremenski diskretne linearne sisteme. U ovom delu daje se i veći broj sopstvenih rezultata vezanih za određivanje dovoljnih uslova praktične stabilnosti i stabilnosti na konačnom vremenskom intervalu za najširu klasu diskretnih sistema, a zatim se ti isti rezultati koriste u modifikovanim oblicima u primeni na specifične klase linearnih diskretnih sistema kako u slobodnom tako i u prinudnom radnom režimu.

U petom delu monografije dati su ključni doprinosi autora na polju izučavanja praktične stabilnosti i stabilnosti na konačnom vremenskom intervalu linearnih sistema sa kašnjenjem. Tu se razmatra široka klasa ovih sistema, najčešće sa prisutnim čistim vremenskim kašnjenjem u stanju, a ponekad i u upravljanju. Izvedeni su dovoljni uslovi ove vrste stabilnosti koji progresiraju počev od uslova koji su iskazani kroz fundamentalnu matricu sistema (koja se inače veoma teško sračunava) preko matične mere i primene Bellman–Gronwall–ove teoreme.

Svetislav Zarić
Velimir Simonović

**STABILNOST SISTEMA SA
KAŠNENJEM NA KONAČNOM
VREMENSKOM INTERVALU**
D.Lj. Debeljkovića, S.A. Milinkovića
Mašinski fakultet, Beograd, 2000.

Ova monografija ima za cilj da posluži kao uvodni tekst za postdiplomce, doktorante i istraživače čija je oblast interesovanja vezana za proučavanje ove klase sistema, posebno njene najznačajnije osobine – stabilnosti. U tom smislu autori ove monografije svu pažnju su posvetili konceptima tzv. neljapunovske stabilnosti sa posebnim akcentom na stabilnost na konačnom vremenskom intervalu, koja sa inženjersko-tehničke strane ima poseban značaj.

Impozantan broj prikupljenih i citiranih referenci jasno svedoči o širokom poznavanju relevantne materije vezane za problematiku stabilnosti sistema sa kašnjenjem. Njihovim pažljivim izborom omogućen je kako hronološki, tako metodološki uvid u razvoj i nadgradnju prezentovane materije a sve sa ciljem da se objektivno prikažu rezultati drugih autora i jasno izdvoje od sopstvenih. Sve ovo postignuto je sa lakom poštujući pravovremeno i adekvatno citiranje relevantne literature na mestima gde je to bilo obavezno i potrebno.

U brojnim dodacima date su negde kraće, negde duže rekapitulacije poznatih rezultata iz teorije, a sve sa ciljem da se u slučaju potrebe željeni horizonti saznanja još više prošire i prodube znanja neophodna za razumevanje izlagane materije.

Osnovna podloga u metodološkom smislu i prilazu ove monografije predstavlja druga Ljapunovljeva metoda i njena namenska modifikacija u

svetlu istraživanih problema, koja se i ovde pokazala kao veoma moćno i efikasno sredstvo u spoznaji inherentnih osobina ove specifične klase sistema.

Prvi, opšti i uvodni deo bavi se prvenstveno pitanjima porekla, prirode i osobenostima fenomena kašnjenja u prenosu signala u fizičkim procesima. U tom smislu autori izlažu i različite moguće klasifikacije ovih sistema, s obzirom na poreklo i lokaciju kašnjenja i reperkusija njegovog postojanja na forme predstavljanja takvih sistema u matematičkoj notaciji. Takođe je, sa posebnom pažnjom, razmotren zadatak Cauchyja (problem početnih uslova) s obzirom na činjenicu da se ovde pristorija sistema iskazuje kroz tzv. početnu funkciju, a ne početne uslove kako je to uobičajeno kod običnih sistema diferencijalnih jednačina. U nastavku ove materije dato je određivanje vremenskih odziva ove klase sistema na klasičan način korišćenjem Laplaceove transformacije, kao i postupak u prostoru stanja (određivanje kretanja sistema) za različite specifične podklase ovih sistema.

Neka opšta pitanja teorije stabilnosti osvetljena i prezentovana kroz methodske jedinice kao što su: stabilnost u smislu Ljapunova, praktična i tehnička stabilnost, kao i stabilnost tipa "ograničeni ulaz – ograničeni izlaz" predmet su razmatranja drugog dela monografije. Data su podrobna objašnjenja i apostrofirane razlike ranije pomenutih koncepata stabilnosti i fundiran teren za dalja, dublja razmatranja.

Treći deo monografije posvećen je praktičnoj stabilnosti i stabilnosti na konačnom vremenskom intervalu vremenski kontinualnih sistema. U tom smislu, prvo se daje hronološki pregled

do sada postignutih rezultata, zatim pregled i metodološki pristup fundamentalnih rezultata drugih autora i na kraju izvestan broj sopstvenih rezultata koji su, u svetlu ovog koncepta, oformljeni za posebne klase linearnih sistema sa funkcionalnim matricama sistema.

U četvrtom delu razmatraju se problemi analogni prethodnim ali ovde sada za vremenski diskretne linearne sisteme. U ovom delu daje se i veći broj sopstvenih rezultata vezanih za određivanje dovoljnih uslova praktične stabilnosti i stabilnosti na konačnom vremenskom intervalu za najširu klasu diskretnih sistema, a zatim se ti isti rezultati koriste u modifikovanim oblicima u primeni na specifične klase linearnih diskretnih sistema kako u slobodnom tako i u prinudnom radnom režimu.

U petom delu monografije dati su ključni doprinosi autora na polju izučavanja praktične stabilnosti i stabilnosti na konačnom vremenskom intervalu linearnih sistema sa kašnjenjem. Tu se razmatra široka klasa ovih sistema, najčešće sa prisutnim čistim vremenskim kašnjenjem u stanju, a ponekad i u upravljanju. Izvedeni su dovoljni uslovi ove vrste stabilnosti koji progresiraju počev od uslova koji su iskazani kroz fundamentalnu matricu sistema (koja se inače veoma teško sračunava) preko matrične mere i primene Bellman–Gronwall–ove teoreme, pri čemu poslednja dva prilaza predstavljaju apsolutno nove prilaze koji su razvili autori za ovu klasu sistema i ovaj koncept stabilnosti.

Svetislav Zarić
Velimir Simonović