

**Autori:**  
**MIRJANA S. STANKOVIĆ**  
**BRANIMIR T. KOVAČEVIĆ**  
**LATO L. PEZO**

Saradnici na projektu:  
**Dušan Vučelić**, Mirjana Stanković,  
Branka Miočinović, Branimir  
Kovačević, Milovan Vasić, Goran  
Popović, Mihailo Mihailović, Lato  
Pezo, Radmila Prokić, Dragan  
Malović

**Institut za opštu i fizičku hemiju,**  
**Beograd**

**STRUČNI RAD**

**548.56/.58:661.183.6.002**

## **POSTROJENJE ZA RASTVARANJE VLAŽNOG HIDRATA**

*Inženjering H.P. IOFH je izradio projekat postrojenja za rastvaranje vlažnog hidrata, primenjujući tako tehnologiju koja je razvijena u laboratorijama Instituta. U toku projektovanja izrađeni su: Glavni tehnološki projekat, Glavni mašinski projekat i Projekat automatike. Na osnovu ovih projekata, 1997. godine izgrađeno je postrojenje kapaciteta 50.000 t zeolita/ godišnje, u okviru fabrike "Zeolite Mira", Mira (VE), Italija, radi povećanja kapaciteta proizvodnje deterdžentskog zeolita, sa 50.000 t godišnje na 100.000 t godišnje.*

Vlažni hidrat predstavlja osnovnu sirovinu za proizvodnju aluminata. Aluminat, je, uz vodeno staklo, osnovna sirovina za proizvodnju deterdžentskog zeolita (kvaliteta 80/20 i kvaliteta MLQ). Postojeće postrojenje za proizvodnju aluminata bilo je kapaciteta za proizvodnju zeolita od 50.000 t godišnje i baziralo se na šaržnom rastvaranju suvog hidrata. Pošto je postojala potreba da se kapacitet proizvodnje zeolita 80/20 poveća na 100.000 t godišnje, isprojektovano je novo postrojenje za proizvodnju aluminata na bazi kontinualnog rastvaranja vlažnog hidrata, kapaciteta potrebnog za proizvodnju 100.000 t godišnje zeolita.

Prilikom projektovanja vodilo se računa o tome da se nova oprema postavlja u postojeći prostor, uz maksimalno poštovanje postojeće dispozicije tehnološke opreme, kao i tome da cevne i kablovske veze (kako energetske, tako i signalne) budu što kraće. Postojeću tehnologiju i merno-regulacionu opremu je trebalo iskoristiti koliko je to bilo moguće, radi smanjenja investicija. Pri projektovanju se vodilo računa o svim relevantnim tehničkim propisima, a posebno o propisima o izgradnji investicionih objekata. Prilikom projektovanja izabrana je tehnološka i merno-regulaciona oprema koja zadovoljava zahtevani kvalitet i kapacitet proizvodnje vodenog stakla, a postrojenje je moguće voditi u ručnom i automatskom radu.

### **OPIS PROCESA**

Osnovne sirovine za proizvodnju aluminata su vlažni hidrat i 26% NaOH. Dvadesetšestoprocentni NaOH se dobija razblaživanjem 48% NaOH demineralizovanom vodom, a vlažni hidrat se kupuje na tržištu. Aluminat se dobija hidrotermalnim rastvaranjem hidrata u 26% NaOH, uz direktno dodavanje vodene pare. Proces je kontinualan i odvija se u nizu reaktora, pri čemu se materijal prenosi prelivom iz jednog u drugi reaktor. Dobijeni aluminat se skladišti u skladišnim posudama, a posle toga se transportuje u postrojenje sinteze zeolita.

Adresa autora: M. Stanković, Institut za opštu i fizičku hemiju, a.d. Beograd, Studentski trg 12/15, 11000 Beograd  
Materijal pripremljen za publikovanje: Decembar 20, 2002.

Kvalitet dobijenog aluminata se proverava i, po potrebi, popravljiva tokom proizvodnje, preko automatskog regulacionog sistema postrojenja. Zahtevani kvalitet aluminata za proces sinteze zeolita definisan je sledećim parametrima: sadržaj  $Al_2O_3$  (%): 12,24 (na 80°C), 14,21 (na 105°C), sadržaj  $Na_2O$  (%): 15,184 (na 80°C), 15,464 (na 105°C), sadržaj  $SiO_2$  (%): 0,077 (na 80°C), 0,077 (na 105°C), sadržaj  $H_2O$  (%): 72,499 (na 80°C), 70,253 (na 105°C), gustina (kg/l): 1,283 (na 80°C), 1,28987 (na 105°C), dinamička viskoznost (Pa·s): 0,0015 (na 80°C), 0,0015 (na 105°C).

Proces rastvaranja vlažnog hidrata odvija se kontinualno preko sledećih operacija i faza:

1. Doziranje i zagrevanje 26% NaOH,
2. Doziranje i rastvaranje vlažnog hidrata u 26% NaOH,
3. Razblaživanje koncentrovanog aluminata,
4. Skladištenje razblaženog aluminata,
5. Skupljanje i skladištenje kondenzata iz svih izmenjivača toplote.

*Doziranje i zagrevanje 26% NaOH.* 26% NaOH se kontinualno dovodi iz uparivačke stanice ili sa tržišta (kao 48% NaOH), a preko sistema pneumatski aktiviranih ventila se sprovodi u posude za prihvatanje NaOH. Iz ovih posuda se NaOH, centrifugalnim pumpama, transportuje preko izmenjivača toplote, u kome se NaOH zagreva na radnu temperaturu, u reaktor. Jedna od ovih centrifugalnih pumpi je radna, a druga je rezervna. Na potisnim vodovima ovih pumpi ugrađeni su manometri, preko kojih se vrši kontrola njihovog rada. Posude za NaOH su opremljene mešalicama i grejačima, pošto je potrebno održavati stalnu radnu temperaturu mešavine. Mešanjem se, osim homogenizacije mešavine, postiže i intenzivnija razmena toplote, što je posebno važno u slučajevima prekida rada (remonti, održavanja i sl.), kao i pri zimskim uslovima. Grejni fluid u grejaču je zasićena vodena para, koja se dovodi iz mreže. U sistemu zagrevanja posuda za NaOH, ugrađeni su i kondenz lonci, u kojima se vrši skupljanje kondenzata pare i njegovo transportovanje u posudu za kondenzat. Pravičnim izborom grejača, kao i prateće merno-regulacione opreme i armatura, omogućeno je da se para ne troši kontinualno, već se njen dovod periodično uključuje.

Koncentracija NaOH se kontinualno meri na potisnom vodu centrifugalnih pumpi za NaOH, i po potrebi se vrši razblaživanje odnosno povećanje koncentracije NaOH, u posudama za NaOH. Na ovim posudama su ugrađeni i merači temperature, kojim je moguće izmeriti temperaturu na licu mesta. Tačna regulacija protoka 26% NaOH iz posude za NaOH vrši se preko elektronskog kola za usklađivanje protoka 26% NaOH i hidroksida, koje je sastavni deo sistema za regulisanje postrojenjem.

*Doziranje i rastvaranje vlažnog hidrata u 26% NaOH.* Vlažni hidrat se dovozi kamionima, istovaruje se na otvoreno skladište, a zatim se utovaruje u usipni koš elevatora. Usipni koš je snabdeven dozatorom i regulatorom položaja, preko kojih se vrši doziranje hidroksida. Regulator položaja je povezan sa trakastom vagom, na kojoj se vrši kontinualno odmeravanje hidroksida. Trakasta vaga šalje signal u kolo za podešavanje odnosa protoka i daje signal za kolo preko koga se vrši regulacija protoka 26% NaOH. 26% NaOH se nakon preciznog merenja kontinualno zagreva do temperature reakcije u vertikalnom protivstrujnom cevnom izmenjivaču toplote, gde se kao grejni fluid koristi zasićena vodena para i transportuje u reaktor za rastvaranje. Vlažni hidrat se kontinualno transportuje lančanim transporterom i elevatorom do trakaste vage gde se vrši precizno kontinualno doziranje hidrata u reaktor za rastvaranje. Pri tome dolazi do kontinualnog rastvaranja hidrata i stvaranja koncentrovanog aluminata. Reakcija je endotermna i potrebno je dovoditi kontinualno određenu količinu toplote da bi se reakcija odvijala, uz permanentno adekvatno mešanje. Pravilnim izborom mešača, sistema doziranja 26% NaOH i vlažnog hidrata i grejača, merno-regulacione opreme, kao i uvođenjem sistema spojenih sudova za rastvaranje, ostvaruje se potpuno kontinualno rastvaranje vlažnog hidrata, bez stvaranja taloga.

Svi transportni putevi se kontinualno nadgledaju tokom procesa, korišćenjem merno-regulacione opreme, koja je sastavni deo sistema upravljanja postrojenja za rastvaranje vlažnog hidrata. Izmenjivač toplote je opremljen kolom za regulaciju temperature 26% NaOH, pomoću koga se 26% NaOH zagreva do temperature rastvaranja hidrata. Na ovom izmenjivaču toplote postoji i direktno merenje temperature 26% NaOH. Reaktori su opremljeni grejačima sa kompletnim merno-regulacionim uređajima za regulaciju temperature u reaktoru. Ovi grejači se ne gase ni za vreme remonta postrojenja, osim u slučaju da su reaktori potpuno prazni. Kondenzat iz izmenjivača toplote i iz reaktora se skuplja u kondenzatorima i transportuje u posudu za prihvatanje kondenzata.

*Razblaživanje koncentrovanog aluminata.* Koncentrovani aluminat se kontinualno, sistemom spojenih sudova, transportuje do posude u kojoj se vrši razblaživanje do željenog stepena, pomoću razblaženog NaOH. Pri tome se vrši kontinualno merenje koncentracije aluminata i, ako je potrebno vrši se usklađivanje procesnih parametara. Po potrebi je moguće dovoditi i kondenzat da bi se aluminat razblaživao. Izbor fluida kojim će se vršiti razblaživanje aluminata vrši se automatski ili ručno preko pneumatski aktiviranih pneumatskih ventila. Posuda za razblaživanje aluminata je opremljena

mešalicom, kojom se pospešuje homogenizacija mešavine. Razblaženi aluminat se centrifugalnim pumpama transportuje u posude za aluminat.

*Skladištenje razblaženog aluminata* se vrši u posudama za aluminat. Ove posude su opremljene grejačima, sa opremom za regulaciju temperature. Kao grejni fluid koristi se zasićena vodena para. I ove posude su opremljene indikatorima temperature, kao i indikatorima gornjeg i donjeg nivoa u posudama. Na ovim posudama postoje i mesta za uzimanje uzoraka. Kondenzat pare se iz ovih posuda takođe transportuje u posudu za prihvatanje kondenzata. Materijal od pranja i potpunog pražnjenja se odvodi u sabirni kolektor, ili se prebacuje u kamion-cisterne.

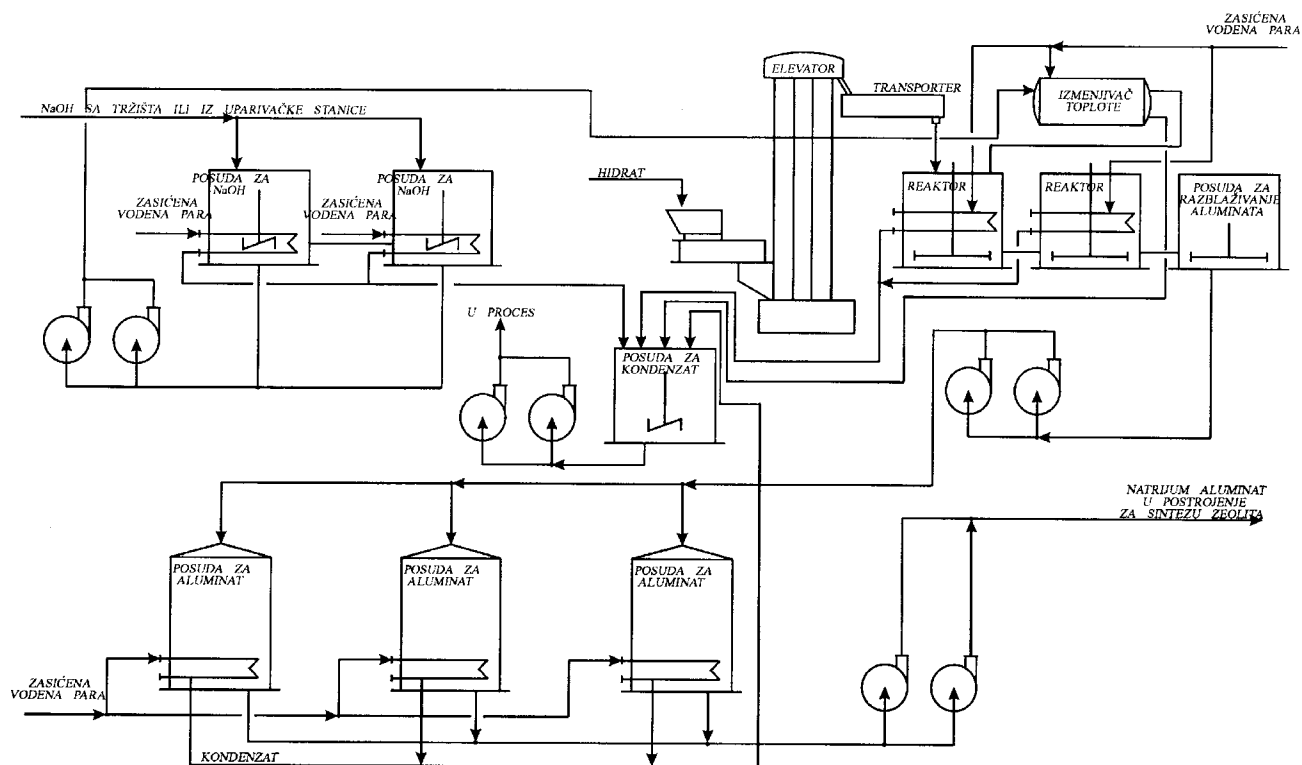
Za vreme prekida proizvodnje uključuje se, odnosno ostaje uključen sistem za dogrevanje parom (kada temperatura aluminata padne ispod zadate). Pri proračunu tehnološke opreme, ustanovljeno je da je najekonomičnije raditi kada su posude za aluminat potpuno popunjene, pošto je toplotni kapacitet razblaženog aluminata veoma visok, i sa adekvatnom izolacijom posude, ne dolazi do preteranog hlađenja aluminata, kada dođe do prekida proizvodnje, ili pri nekom remontu.

*Skupljanje i skladištenje kondenzata iz svih izmenjivača toplote* se vrši kontinualno, u toku procesa, a sva količina kondenzata se transportuje u posudu za kondenzat. U ovoj posudi se može skladištiti i filtrat, zajedno sa kondenzatom. Na posudi je montirana mešalica, čijim radom se sprečava taloženje eventualno nerastvorenih čestica. Sistemom centrifugalnih pumpi kondenzat se transportuje iz posude za kondenzat u posudu za razblaživanje aluminata, a po potrebi i u posude za NaOH, za doterivanje koncentracije 26% NaOH. Transportovanje smeše kondenzata i filtrata odvija se u zatvorenom krugu u procesu sinteze zeolita, što je vrlo važno sa stanovišta očuvanja životne sredine.

Na slici 1 prikazana je tehnološka šema postrojenja za rastvaranje vlažnog hidrata.

## ZAKLJUČAK

Projektovanjem postrojenja za rastvaranje vlažnog hidrata ostvareno je nekoliko ciljeva. Najvažniji cilj bio je povećanje kapaciteta proizvodnje sa 50.000 t zeolita/g na 100.000 t zeolita/g. Osim toga, zatvoren je tehnološki krug NaOH, tako da u procesu nema efluenta, pa samim tim ni polutanata, niti zagađivanja životne okoline. Proces rastvaranja vlažnog hidrata je sada potpuno kontinualan, čime je ostvareno značajno poboljšanje u tehnologiji proizvodnje zeolita, kako u ujednačavanju kvaliteta proizvoda, tako i u pojednostavljenju proizvodnje. Proces rastvaranja vlažnog hidrata je potpuno automatizovan, pa se dobija proizvod ustaljenog kvaliteta, uz minimalno angažovanje radne snage. Proces proizvodnje se može voditi i ručno, što je neophodno pri probnom režimu rada i pri remontu postrojenja. Ugradnjom dodatne opreme (centrifugalnih pumpi i reaktora za rastvaranje) otklonjena su tehnološka uska grla u proizvodnji, a usklađivanjem rada posuda za NaOH i reaktora za rastvaranje, maksimalno su iskorišćeni kapaciteti postojeće i nove tehnološke opreme.



Slika 1. Tehnološka šema postrojenja za rastvaranje vlažnog hidrata  
Figure 1. Technological scheme of a plant for dissolving wet hydrate

## SUMMARY

### WET HYDRATE DISSOLUTION PLANT

(Professional paper)

Authors: Mirjana S. Stanković, Branimir T. Kovačević, Lato L. Pezo

Project associates: Dušan Vučelić, Mirjana Stanković, Branka Miočinović, Branimir Kovačević, Milovan Vasić, Goran Popović, Mihailo Mihailović, Lato Pezo, Radmila Prokić, Dragan Malović

Institute of General and Physical Chemistry, Belgrade

The IGPC Engineering Department designed basic projects for a wet hydrate dissolution plant, using technology developed in the IGPC laboratories. Several projects were completed: technological, machine, electrical, automation. On the basis of these projects, a production plant with capacity of 50,000 t/y was manufactured, at "Zeolite Mira", Mira (VE), Italy, in 1997, for increasing detergent zeolite production from 50,000 to 100,000 t/y.

Several goals were realized by designing a wet hydrate dissolution plant. Main goal was increasing the detergent zeolite production capacity. The technological cycle of NaOH was closed, and no effluents emitted, and there is no pollution. Wet hydrate dissolution is now fully continuous, which is important for maintaining zeolite production quality, as well as for simplifying production. The wet hydrate production process is fully automatized, and the product has uniform quality. The production process can be controlled manually, which is necessary during start-up, and repairs. By installing additional process equipment (centrifugal pumps and dissolving reactors) technological bottlenecks were overcome, and by adjusting NaOH tanks and dissolving reactors, the capacities of the process equipment was fully utilized.

Key words: Wet hydrate •  
Technology • Plant •  
Ključne reči: Vlažni hidrat •  
Tehnologija • Postrojenje •