

**Autori:**  
**MIRJANA S. STANKOVIĆ**  
**LATO L. PEZO**

Saradnici na projektu:  
**Dušan Vučelić**, Mirjana Stanković,  
Predrag Savić, Dragan Malović,  
Branka Miočinović, Milovan Vasić,  
Goran Popović, Mihailo Mihailović,  
Lato Pezo, Dragan Lazić

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

**STRUČNI RAD**

**661.183.6:66.067.1+67.05**

## POSTROJENJE ZA FILTRACIJU ZEOLITA

*Inženjering HP IOFH je izradio projekat postrojenja za filtraciju zeolita, 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 dodatno postrojenje kapaciteta 50.000 t zeolita godišnje, u okviru fabrike "Zeolite Mira", Mira (VE), Italija, a za svrhu povećanja kapaciteta proizvodnje deterdžentskog zeolita, sa 50.000 na 100.000 t godišnje.*

Po tehnologiji koja je razvijena u HP IOFH, u fabrici "Zeolite Mira", Mira (VE), Italija proizvodi se deterdžentski zeolit (kvaliteta 80/20 i kvaliteta MLQ). Postojeće postrojenje za filtraciju deterdžentskog zeolita bilo je kapaciteta 50.000 t godišnje zeolita 80/20. Pošto je postojala intencija da se kapacitet proizvodnje zeolita 80/20 poveća na 100.000 t/g, bilo je potrebno projektovati dodatno postrojenje za filtraciju zeolita kapaciteta 50.000 t/g i pri tome preći na kontinualnu filtraciju korišćenjem trakastog filtera

Prilikom projektovanja vodilo se računa o tome da se nova oprema postavlja u postojeći prostor, uz maksimalno poštovanje postojeće dispozicije tehnološke opreme, kao i to da cevne i kablovske veze (kako energetske, tako i signalne) budu što kraće. Postojeću tehnološku 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, posebno o propisima o izgradnji investicionih objekata. Prilikom projektovanja izabrana je tehnološka i merno-regulaciona oprema koja zadovoljava zahtevani kvalitet i kapacitet filtriranja zeolita, a postrojenje je moguće voditi u ručnom i automatskom radu.

### OPIS PROCESA

Kvalitet filtriranog zeolitskog kolača se proverava i po potrebi popravlja tokom proizvodnje, što čini automatski regulacioni sistem postrojenja. Zahtevani kvalitet filtriranog zeolitskog kolača za proces filtracije zeolita definisan je sledećim parametrima: kapacitet max. 15 m<sup>3</sup>/h, sadržaj zeolita 80/20, apsolutno suvog, min. 44%, sadržaj slobodnog Na<sub>2</sub>O max. 0,22%, sadržaj vlage

max. 56%, temperatura 68–70°C, pH 13–14, stanje – izgled: veoma tiksotropan, boja: bela.

Proces filtracije zeolita odvija se kontinualno preko sledećih operacija i procesa:

- skladištenje nefiltrirane zeolitske suspenzije,
- filtriranje zeolitske suspenzije na trakastom filteru,
- skladištenje filtrirane zeolitske suspenzije,
- skupljanje filtrata,
- vakuumiranje trakastog filtera.

*Skladištenje nefiltrirane zeolitske suspenzije.* Zeolitska suspenzija se dobija šaržno u postrojenju kristalizacije, pri procesu sinteze vodenog stakla i aluminata, na temperaturi sinteze, a zatim se skladišti u prihvatnoj posudi za nefiltriranu suspenziju zeolita. U ovu posudu se vraćaju i prelivi nefiltrirane zeolitske suspenzije iz procesa. U ovu posudu može se dovesti i tzv. loša šarža iz procesa. Nefiltrirana zeolitska suspenzija se u posudi za nefiltriranu suspenziju zeolita meša kontinualno mešalicom da bi se održala homogenost suspenzije i da bi se održala uniformna projektom propisana temperatura. Mešanje suspenzije se može vršiti i kruženjem nefiltrirane suspenzije zeolita preko centrifugalne pumpe. Preko ove pumpe se vrši i transport nefiltrirane suspenzije zeolita ka trakastom filteru. Projektom je predviđeno da se u prihvatnu posudu za nefiltriranu suspenziju zeolita može, po potrebi, dovesti i zasićena vodena para, za potrebe čišćenja i pranja posude. Cevovodi na potisima centrifugalnih pumpi se takođe čiste zasićenom vodenom parom, a nakon toga se cevovodi ispiraju toplom demineralizovanim vodom.

Prihvatna posuda za nefiltriranu suspenziju zeolita ima mešalicu, koja radi bez prestanka, osim pri remontu postrojenja. Za vreme remonta postrojenja posuda se prvo potpuno isprazni (sva suspenzija se prebaci na filtriranje), pa se tek onda isključuje mešalica.

*Filtriranje zeolitske suspenzije na trakastom filteru.* Nefiltrirana zeolitska suspenzija se kontinualno preko centrifugalne pumpe, transportuje iz prihvatne posude

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.

za nefiltriranu suspenziju zeolita na trakasti filter. Na ovom cevovodu postavljen je maseni merač protoka i regulacioni ventil. Trakasti filter je podeljen po sekcijama (zonama). U prvoj zoni vrši se kontinualna mehanička separacija zeolitske suspenzije sa sadržajem zeolita cca. 25% i pri pH 13–14, pod dejstvom vakuuma, na čvrsti ostatak – zeolitski kolač i tečni deo – matični rastvor.

Zeolitski kolač kontinualno prelazi u zonu 2, pa u zonu 3 na pranje. Transport zeolitskog kolača je obezbeđen pokretanjem filter platna, na kome leži zeolitski kolač. Vakuum je u zonama 2 i 3 nešto slabiji, da bi kontakt između tečnosti za pranje i zeolitskog kolača bio što intenzivniji i što duži. Kao tečnost za pranje kolača u zoni 2 trakastog filtera koristi se ili voda od pranja platna ili kombinacija filtrata i vode od pranja platna, što se reguliše preko ručno aktiviranih pneumatskih ventila. Tečnost za pranje u zoni 3 trakastog filtera može biti demineralizovana voda ili voda od pranja filterskog platna. Na ovaj način potrošnja demineralizovane vode varira, a njen protok se reguliše preko sprege masenog merača protoka i regulacionog ventila.

Zeolitski kolač, zajedno sa filterskim platnom, kontinualno prelazi iz zone 3 u zonu 4, gde je izložen dejstvu vibracionih uređaja i pojačanom vakuumu. Iz zone 4 trakastog filtera zeolitski kolač kontinualno prelazi u repulacioni pužni transporter, a sa platna se skida pomoću seta žica.

Trakasti filter je opremljen vakuumskim kolicama, beskonačnim filterskim platnom i ventilima za podešavanje vakuuma. Trakasti filter radi kontinualno, a vakuum se u vakuumskim kolicama uspostavlja taktno. U vakuumskom taktu kolica su u početnom položaju, a u atmosferskom u krajnjem položaju. Dok traje vakuumski takt, kolica su prilepljena uz filtersko platno i kreću se zajedno s njime. Kad stignu do krajnjeg položaja, jedan prekidač aktivira mehanizam, koji ih vraća u početni položaj. Veličina filterske površine izabrana je na osnovu ispitivanja filtrabilnosti zeolitske suspenzije i na osnovu projektovanog kapaciteta postrojenja za filtraciju zeolita. Uspešnost filtracije zeolita takođe zavisi od debljine filterskog kolača.

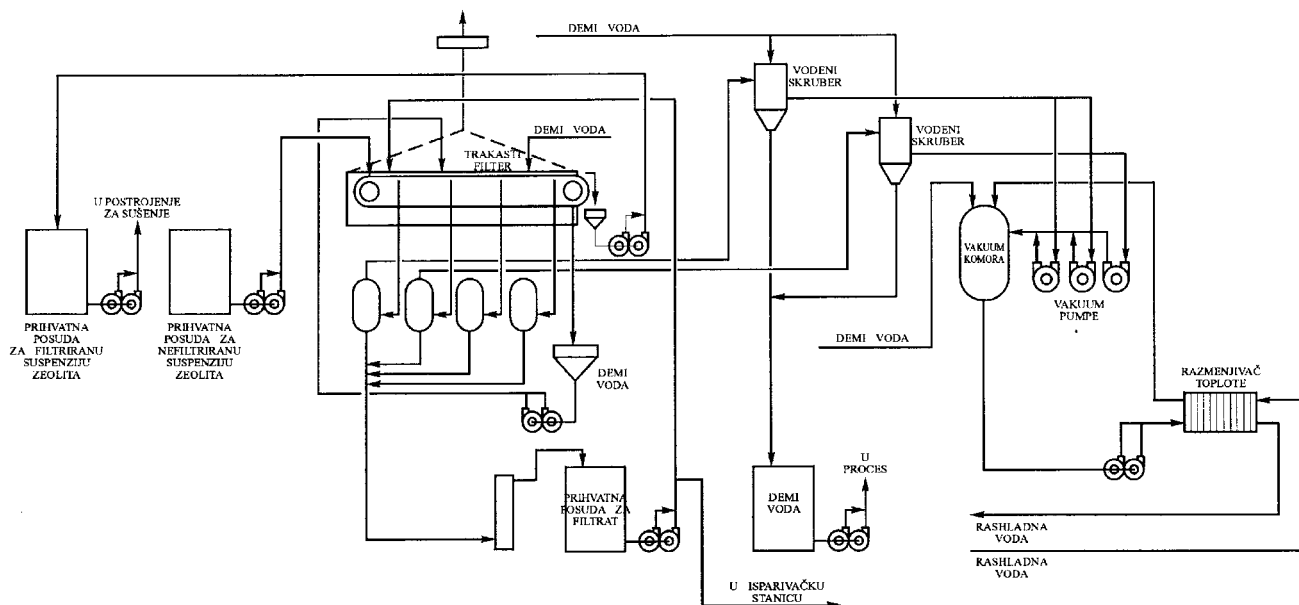
Zeolitski kolač se iz repulacionog pužnog transportera kontinualno transportuje pomoću membranskih pumpi u prihvatnu posudu za filtriranu suspenziju zeolita. U zeolitski kolač u repulacionom pužnom transporteru može se dodavati, po potrebi, demineralizovana voda radi lakšeg transporta. U slučaju da dođe do povećanja nivoa u repulacionom pužnom transporteru, smanjuje se dovod nefiltrirane suspenzije zeolita. Filtersko platno se sa donje strane filtera kontinualno ispira demineralizovanim vodom, koja se dovodi iz mreže u cev za rasprskavanje. Ova voda se, zajedno sa česticama zeolita, koje je pokupila sa platna, kontinualno skuplja u koritu koje se nalazi ispod cevi za rasprskavanje, a zatim se slobodnim padom kontinualno transportuje u posudu za prihvatanje demineralizovane vode. Ova voda se

pumpama kontinualno transportuje nazad na filtraciju zeolitskog kolača, u zone 2 i 3. Na koti niže ispod trakastog filtera, montirane su četiri vakuumske posude, u kojima se skupljaju matični rastvor, filtrati i demineralizovana voda od pranja zeolitskog kolača i filterskog platna. Iznad filtera se nalazi hauba, koja štiti radnike od štetnih isparenja. Ova isparenja se preko aksijalnog ventilatora evakušu u atmosferu.

*Skladištenje filtrirane zeolitske suspenzije.* Filtrirani zeolitski kolač se preko repulacionog pužnog transportera, kao i radom membranskih pumpi kontinualno transportuje u prihvatnu posudu za filtriranu zeolitsku suspenziju. U ovoj posudi se, po potrebi, dovode i povratni tokovi filtrirane zeolitske suspenzije iz postrojenja za sušenje. Filtrirana zeolitska suspenzija se u ovoj posudi kontinualno meša, da bi se održala homogenost suspenzije i da bi se održala projektom propisana temperatura. Iz ove posude se filtrirana zeolitska suspenzija kontinualno transportuje u postrojenje za sušenje, radom centrifugalnih pumpi. Za potrebe čišćenja i pranja posude, moguće je dovesti zasićenu vodenu paru. Takođe je moguće dovesti vodenu paru i za potrebe prodivavanja i čišćenja cevovoda na potisnim granama centrifugalnih pumpi. Nakon prodivavanja cevovoda zasićenom vodenom parom, obavezno ih treba oprati toplom vodom, koja se dovodi iz mreže. Mešalica u prihvatnoj posudi za filtriranu zeolitsku suspenziju radi uvek, čak i za vreme prekida proizvodnje, ukoliko se u njoj nalazi zeolitska suspenzija. Ova mešalica se isključuje samo pri remontu postrojenja, s tim da se pre toga prihvatna posuda za filtriranu suspenziju zeolita potpuno isprazni.

*Skupljanje filtrata* vrši se kontinualno u toku procesa filtracije zeolitske suspenzije. Matični rastvor, filtrati i voda od pranja filterskog platna se kontinualno odvođe u vakuumske posude, slobodnim padom, a nakon toga u barometarsku posudu. U barometarskoj posudi se skuplja eventualni talog, a filtrat se prelivom transportuje u prihvatnu posudu za filtrat. Ova posuda je opremljena grejačem, sa lokalnom regulacijom temperature. Materijal od pražnjenja ovih posuda se odvodi cevovodom u sabirni kolektor. Dovod pare u grejač posude se prekida samo u slučaju kada je postrojenje u remontu. Iz prihvatne posude za filtrat moguće je transportovati filtrat, ili deo filtrata u isparivačku stanicu, ili u postrojenje za sintezu zeolita, ili u postrojenje za proizvodnju vodenog stakla.

*Vakuumiranje trakastog filtera* se vrši taktno pomoću vakuuma pumpi. Prva i četvrta vakuumska posuda se kontinualno vakuumiraju radom sistema vakuumskih pumpi preko vodenog skrubera i na taj način se vrši vakuumiranje 1. i 4. zone trakastog filtera. Druga i treća vakuumska posuda se kontinualno vakuumiraju radom sistema vakuumskih pumpi preko drugog vodenog skrubera i na taj način se vrši vakuumiranje 2. i 3. zone trakastog filtera. Na ovaj način je obezbeđeno to da se u



Slika 1. Tehnološka šema postrojenja za filtraciju deterđentskog zeolita  
Figure 1. Technological scheme of a detergent zeolite filtration plant

prvoj i četvrtoj zoni trakastog filtera dobija dublji vakuum, a u drugoj i trećoj zoni slabiji vakuum. Vakuum je moguće podešavati i na samom trakastom filteru, pošto su na cevovodima preko kojih su pojedine zone filtera spojene sa sistemom vakuum pumpi ugrađeni ventili za podešavanje vakuuma. Ovi ventili su ručni, pa se podešavanje rada trakastog filtera vrši lokalno. Zapremine vakuumskih posuda su tako odabrane da bi se obezbedila "rezerva vakuuma" pri atmosferskom taktu trakastog filtera.

U vodene skrubere se kontinualno dovodi hladna demineralizovana voda radi kondenzovanja (obaranja) baznih para. Kondenzovane pare se kontinualno gravitaciono transportuju u posudu za prihvatanje demineralizovane vode. Radi održavanja prstena u vakuum pumpama postavljena je vakuumska komora u kojoj se sakuplja demineralizovana voda. Radom sistema vakuum pumpi oslobađa se izvesna količina toplote, pa se demineralizovana voda u vodenom prstenu vakuum pumpe zagreva. Radom centrifugalnih pumpi ova voda se hladi u razmenjivaču toplote i ponovo vraća u vakuumsku komoru. Voda se hladi da bi se održavale usisne karakteristike sistema vakuum pumpi. Kao rashladni fluid u razmenjivaču toplote koristi se industrijska voda, koja se kontinualno dovodi iz mreže. Količina rashladne vode, koja se uvodi u razmenjivač toplote određuje se lokalno, radom sistema za regulaciju temperature vode u vodenom prstenu vakuum pumpi. Ova voda se vraća u mrežu na dalje korišćenje. Razmenjivač toplote je pločastog tipa i napravljen je od materijala otpornog na koroziju. Vakuumska komora je napunjena demineralizovanom

vodom do, otprilike, polovine svoje visine, što se prati preko nivokaznog stakla, a nivo se održava preko preliva, ugrađenog na sredini visine posude.

Na slici 1 prikazana je tehnološka šema postrojenja za filtraciju deterđentskog zeolita.

## ZAKLJUČAK

Projektovanjem postrojenja za filtraciju deterđentskog zeolita ostvareno je nekoliko ciljeva. Najvažniji cilj bilo je povećanje kapaciteta proizvodnje sa 50.000 t na 100.000 t zeolita godišnje. Sem toga, zatvoren je tehnološki krug filtrata, tako da u procesu nema efluenata, samim tim ni polutanata, što znači da nema zagađivanja životne okoline. Proces filtracije deterđentskog zeolita je sada potpuno kontinualan, čime je ostvareno značajno poboljšanje u tehnologiji proizvodnje zeolita, kako sa stanovišta ujednačavanja kvaliteta proizvoda, tako i sa stanovišta pojednostavljenja proizvodnje. Proces filtracije deterđentskog zeolita je potpuno automatizovan, čime je postignuto to da 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. Dodavanjem dodatne opreme (centrifugalnih pumpi, vakuumskeg sistema i trakastog filtera) otklonjena su tehnološka uska grla u proizvodnji, a usklađivanjem rada centrifugalnih pumpi, s jedne strane i trakastog filtera, s druge strane, maksimalno su iskorišćeni kapaciteti postojeće i nove tehnološke opreme.

## SUMMARY

### DETERGENT ZEOLITE FILTRATION PLANT

(Professional paper)

Authors: Mirjana S. Stanković, Lato L. Pezo

Project associates: Dušan Vučelić, Mirjana Stanković, Predrag Savić, Dragan Malović, Branka Miočinović, Milovan Vasić, Goran Popović, Mihailo Mihailović, Lato Pezo, Dragan Lazić

Institute of General and Physical Chemistry, Belgrade

The IGPC Engineering Department designed basic projects for detergent zeolite filtration 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 a capacity of 75,000 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.

The main goal was to increase the detergent zeolite production capacity. The technological cycle of the filtrate was closed, and no effluents emitted, and there is no pollution. The detergent zeolite filtration process is fully continuous, by which a significant improvement in zeolite production was achieved, both in unification of quality of the product and in simplifying production. This 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, a vacuum system and belt filter) technological bottlenecks were overcome by adjusting the work of centrifugal pumps and belt filter, and also by optimizing the capacities of process equipment.

Key words: Detergent zeolite filtration • Technology • Plant •  
Ključne reči: Filtracija zeolita •  
Tehnologija • Postrojenje •