

predstavljamo vam



PETROKEMIJA, d.d.

Petrokemija d. d. – tvornica gnojiva, Kutina

Profitni centar Proizvodnja gnojiva

Glaviniu proizvodnog programa Petrokemije d. d. čine mineralna gnojiva (oko 90 %), dok ostatak čine čađa, glina i ostali proizvodi. Proizvodnja gnojiva u Kutini započela je još davne 1968. godine. U PC-u Proizvodnja gnojiva proizvode se:

- jednostavna mineralna dušična gnojiva (Urea N 46, KAN N 27, AN N 33,5),
- jednostavna tekuća mineralna gnojiva (UAN N 30),
- složena (kompleksna) mineralna gnojiva s mikroelementima NPK i NP,
- bazni tehnički proizvodi i kemikalije: sumporna kiselina, dušična kiselina, amonijačna voda, fosforna kiselina, porozni AN niske i visoke gustoće, ukapljeni amonijak i fluorosilicijska kiselina.

Ukupni godišnji kapacitet proizvodnje gnojiva u Kutini iznosi 1 350 000 tona.

Uz proizvodnju gnojiva i baznih kemikalija proizvode se sve vrste industrijskih voda te visokotlačna para pod tlakom 122 bara i električna energija u postrojenju snage 35 MW. Izgrađena su i dva postrojenja za obradu otpadnih voda.

Tehnološka povezanost proizvodnih postrojenja prikazana je na posebnoj shemi (slika 1).

U proteklih su pet godina na postrojenjima za proizvodnju gnojiva i baznih kemikalija provedene značajne rekonstrukcije radi smanjenja potrošnje energije i poboljšanja zaštite okoliša. S obzirom na zahtjeve direktive IPPC Europske unije ocijenjeno je stanje svih postrojenja radi utvrđivanja zadovoljenja kriterija zaštite okoliša prema NRT-u. Na temelju te analize utvrđena je potreba za daljnjim ulaganjima na dijelu proizvodnih postrojenja koja se trebaju realizirati do kraja 2017. godine. Ukupna ulaganja za te programe procijenjena su na 260 milijuna kuna. U nastavku slijedi pregled izvršenih rekonstrukcija i dio budućih programa.

PC Proizvodnja gnojiva: Izvršene rekonstrukcije

Postrojenje Amonijak 2: Rekonstrukcija sekcije sinteze amonijaka

Postrojenje za proizvodnju amonijaka u Petrokemiji d. d. projektirala je američka tvrtka Pullman Kellogg Ltd. Proces je zasnovan na Kelloggovoj metodi visokotlačnog katalitičkog reforminga prirodnog plina. Projektirani dnevni kapacitet postrojenja iznosi 1360 t amonijaka, a pušteno je u rad 1983. godine.

Konvencionalni Kellogov dizajn sinteznog reaktora temelji se na aksijalnom strujanju kroz tri katalitička sloja i međuslojnom hlađenju injektiranjem hladnog sinteznog plina. Razvojem novih tehnologija Ammonia Casale je omogućio povećanje energetske učinkovitosti i kapaciteta proizvodnje amonijaka uvodeći u praksu aksijalno-radikalno strujanje u sinteznom reaktoru. U aksijalno-radikalnom katalitičkom sloju većina plina prolazi u radikalnom smjeru, a rezultat je manji pad tlaka u usporedbi s aksijalnim strujanjem. To omogućuje uporabu manjeg katalizatora, odnosno veće aktivnosti te duljeg vijeka trajanja.

Rekonstrukcija sintezne sekcije provedena je po licenci Ammonia Casale S.A. (Lugano, Švicarska). Realizacija projekta izvedena je u tri faze:

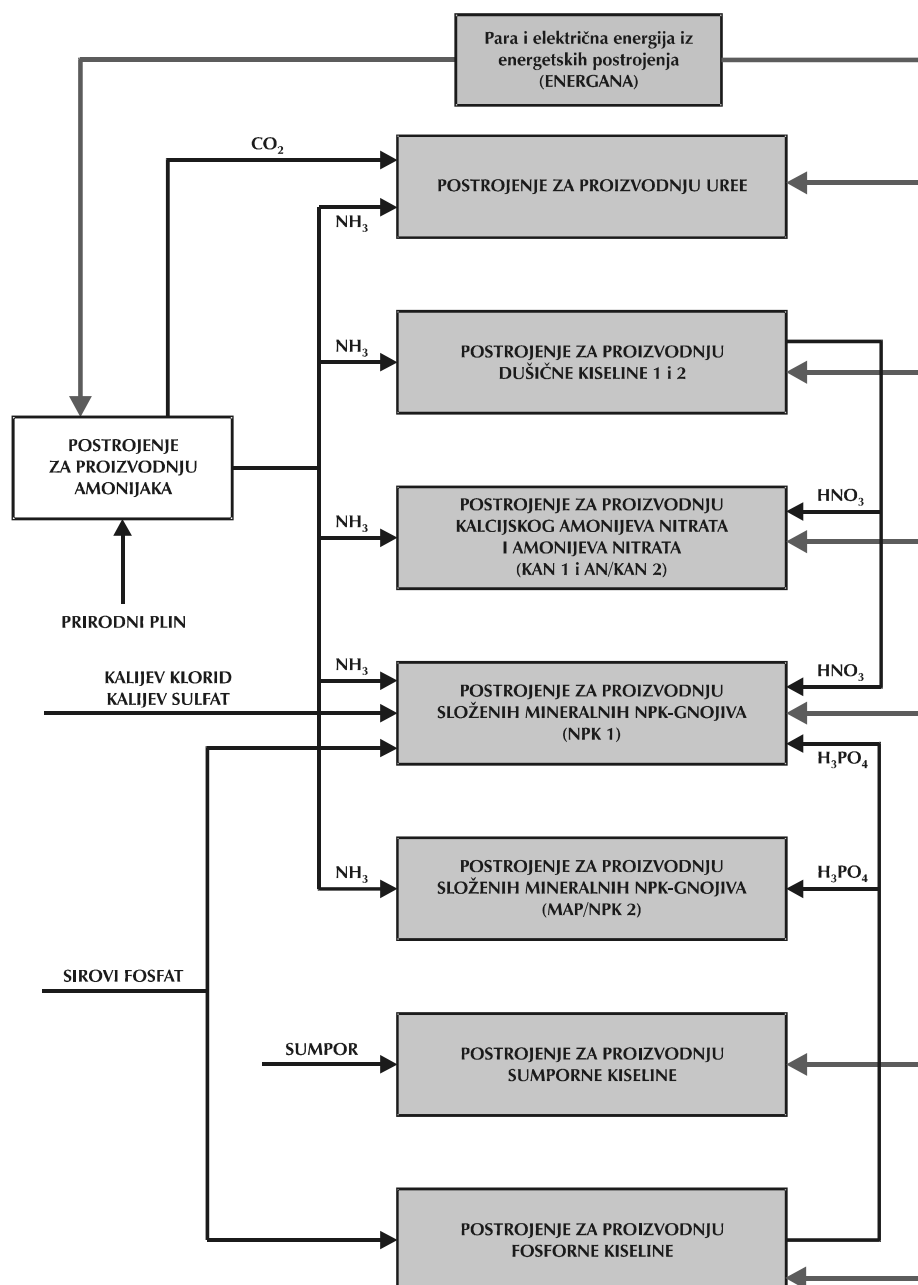
- rekonstrukcija sinteznog reaktora 105-D i izmjena katalizatora (2003./04.),
- rekonstrukcija predgrijača kotlovske napojne vode 123-C (2005./06.),
- rekonstrukcija sinteznog kompresora 103-J (2005./06.).

Osnovni cilj rekonstrukcije sinteznog sustava na postrojenju Amonijak 2 je smanjenje potrošnje energije po količini proizvedenog amonijaka, te smanjenje emisije štetnih otpadnih plinova.

U prvoj fazi izvršena je zamjena unutrašnje košuljice reaktora, ugradnja međuslojnog hladnjaka, zamjena postojećeg izmjenjivača 122-C i zamjena postojećeg katalizatora sitnozrnatim katalizatorom. Energetska ušteda prve faze rekonstrukcije je 1,146 GJ po toni amonijaka.

Druga i treća faza su realizirane paralelno i pridonijele su energetske uštedi od dodatnih 0,316 GJ t⁻¹. Rekonstrukcijom sinteznog reaktora i ugradnjom novog katalizatora povećana je temperatura sinteznog plina na izlazu iz reaktora. Zbog toga je izmjenjivač topline 123-C zamijenjen novim, koji ima nešto veći kapacitet izmjene topline te suvremeniju izvedbu od prijašnjeg.

Nakon rekonstrukcije sinteznog reaktora slijede promjene na visokotlačnom kućištu sinteznog kompresora. Smanjuje se usisni tlak na četvrtom stupnju recikla kompresora, kao i količina recirkuliranog plina. Da bi se smanjila potrošnja energije rekonstruiran je četvrti stupanj sinteznog kompresora. Rekonstrukcija je temeljena na zamjeni rotora te pripadajućih statorskih dijelova. U novim procesnim uvjetima troši se manje energije nego u izvornoj konfiguraciji. Nadalje, broj okretaja iznosi oko 95 % od izvorne konfiguracije što ostavlja dosta prostora do maksimalne kontinuirane brzine vrtnje. Ovom preinakom smanjuje se potrošnja pare od 126 bara na pogonskoj turbini 103-JT, a rad u novim uvjetima je stabilan i siguran.



Slika 1 – Tehnološka povezanost procesa proizvodnje gnojiva

Sve tri faze zajedno čine zaokruženu cjelinu i donijele su ukupnu energetska uštedu od 1,462 GJ po toni amonijaka. Modernizacija sinteznog sustava, pored smanjenja potrošnje energije po toni proizvedenog amonijaka, rezultirala je također i smanjenjem emisije štetnih otpadnih plinova. Ovo proizlazi iz činjenice da se u rekonstruiranom sustavu sinteze na loženje odvaja manje otpadnog sinteznog plina, odnosno plinovitog amonijaka. Time se istodobno smanjuje emisija dušikovih oksida sa 700 mg m⁻³ na 600 mg m⁻³ (pri n. u.).

Postrojenje Amonijak 2: Ugradnja jedinice za izdvajanje amonijaka i vodika

U Petrokemiji d. d. na postrojenju za proizvodnju amonijaka početkom 2009. godine puštena je u rad nova jedinica za izdvajanje amonijaka i vodika iz ispusnih plinova sekcije sinteze amoni-

jaka. Projekt postrojenja izradila je norveška tvrtka Air-Product, a njegova realizacija iznosila je 18,5 milijuna kuna.

Prema izvornom je projektu radi održavanja tlaka u sinteznom reaktoru potrebno kontinuirano otpuštati određenu količinu sinteznog plina. Ovaj plin otprema se u sustav za loženje peći primarnog reformera. Ovime se spaljuju i vrlo vrijedne komponente amonijak i vodik. Spaljivanjem amonijaka znatno se povećava koncentracija dušikovih oksida u dimnim plinovima peći dok se spaljivanjem vodika izravno smanjuje kapacitet proizvodnje amonijaka. Ugradnjom postrojenja za izdvajanje amonijaka i vodika ove komponente više ne idu na spaljivanje nego se vraćaju u proces proizvodnje. Time se smanjila emisija dušikovih oksida za oko 50 %, te povećala dnevna proizvodnja amonijaka za oko 37 tona (2,6 %). Iskorištenjem tih vrijednih komponenti sinteznog plina povećana je i energetska učinkovitost postrojenja za 1,6 %. Realiz-

zacijom projekta smanjena je emisija NO_x ispod GVE-a i iznosi 500 mg m^{-3} (pri n. u.) ili $1,5 \text{ kg NO}_x$ po toni NH_3 .

Izdvajanje se vrši membranskom separacijom i stripiranjem amonijačne vode. Amonijak se iz struje ispusnog plina odvaja u visokotlačnom skruberu u kontaktu s vodom (slika 2). Nastala amonijačna voda obrađuje se stripiranjem parom na 40 bara, a ispareni se amonijak ukapljuje u kondenzatoru rashladnom vodom. Plinovi bez amonijaka puštaju se u membranske separatore u obliku šupljikavih vlakana koja propuštaju vodik i vraćaju ga u proizvodnju amonijaka. Ostatak ispusnog plina (N_2 , CH_4 , Ar) odvodi se prema sustavu za loženje.



Slika 2 – U prvom planu je novo postrojenje

Postrojenje NPK 1: Smanjenje emisije amonijaka iz sekcije reaktora

Otpadni plinovi postrojenja NPK 1 sadrže u prvom redu amonijak i nitrozne plinove (NO i NO_2) te fluore i prašinu. Tijekom zimskog remonta početkom 2010. godine na postrojenju je realiziran prvi dio investicijskog plana smanjenja emisije amonijaka i prašine iz reaktorske linije. Idejni projekt je napravio Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije iz Zagreba, a za njegovu realizaciju utrošeno je 10 milijuna kuna.

U prvom dijelu postrojenja NPK 1 na reaktorskoj liniji priprema se tekuće gnojivo (lug). U reaktoru se miješaju sirovine i zbiva se niz kemijskih reakcija. Tim kemijskim reakcijama i zbog oslobođene topline u reaktorima se stvaraju štetni plinovi koje je potrebno ukloniti prije ispuštanja u atmosferu.

Na postrojenju je prije instalacije novog sustava bio sustav koji je samo djelomično uklanjao štetne plinove. Pročišćavali su se plinovi samo iz 14 reaktora od 21 i za takvo pranje plinova na sat se trošilo 50 m^3 vode. Novi sustav za pranje plinova morao je zadovoljiti granične vrijednosti emisije za amonijak. Isto tako morala se smanjiti potrošnja vode na najviše $2 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$.

Kod proizvodnje NPK-gnojiva reakcijom u 21 serijski spojenom reaktoru razvijaju se otpadni plinovi koji se zajedno s prašinom odvođe u sustav za pranje plinova. U prva tri reaktora razvijaju se kiseli plinovi, dušikovi oksidi i fluore. U reaktorima 4 – 21 nastaju alkalni plinovi koji sadrže amonijak.

Pranje kiselih plinova

Obrada kiselih plinova odvija se u apsorpcijskoj koloni T 16 101. Plinovi koje iz reaktora povlači ventilator B 16 101 peru se prola-

zeći kroz dva sloja punila u protustruji dekontaminiranom vodom i recirkulirajućom otopinom s dna kolone. Dekontaminirana se voda uvodi na gornji sloj punila i njome se maksimalno uklanjaju preostali fluore i dušikovi oksidi čija se glavina odvaja iz plina pranjem u donjem sloju punila recirkulirajućom otopinom s dna kolone. Nitrozni plinovi uklanjaju se oksidacijom NO u NO_2 i otapanjem NO_2 u vodi uz nastajanje HNO_3 . Reakcije su egzotermne i potrebno je otopinu koja se s dna kolone vraća na vrh drugog sloja punila ohladiti da se osigura zadovoljavajuća apsorpcija. Hlađenje se provodi rashladnom vodom u pločastom izmjenjivaču topline E 16 101.

Protok recirkulirajuće otopine s dna kolona mora iznositi najmanje $36 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, a temperatura mora biti ispod $40 \text{ }^\circ\text{C}$. Protok vode koja se uvodi na vrh gornjeg sloja punila je $0,5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. Višak recirkulirajuće otopine odvodi se s dna kolone preko sifonskog preljeva i vraća u proces u prvi reaktor.

Pranje alkalnih plinova

Glavni je cilj alkalnog pranja što više smanjiti sadržaj amonijaka u otpadnim plinovima. Uklanjanje amonijaka iz plinova obavlja se dekontaminiranom vodom. Učinkovitost izdvajanja povećava se neutralizacijom u vodi apsorbiranog amonijaka dušičnom kiselinom uz nastajanje amonijeva nitrata.

Kao i kod kiselog pranja kolona ima dva sloja punila. U gornjem sloju punila pranje se obavlja čistom dekontaminiranom vodom, a u donjem sloju recirkulirajućom otopinom s dna kolone. U recirkulirajuću otopinu s dna kolone prije ulaza na vrh donjeg sloja punila dodaje se dušična kiselina ($w(\text{HNO}_3) = 58 - 60 \%$) u količini potrebnoj za neutralizaciju amonijaka. Protok dušične kiseline ovisan je o pH recirkulirajuće otopine i održava se na vrijednostima od 5,6 do 5,8.

Protok recirkulirajuće otopine mora biti minimalno $37 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. Taj je protok potreban da se spriječi taloženje čestica prašine unutar punila. Protok dekontaminirane vode koja se dodaje na vrh gornjeg sloja punila je najmanje $0,5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. Višak otopine amonijeva nitrata se s dna kolone preko sifonskog lijevka vraća u proces u drugi reaktor.

Postignuto je smanjenje emisije amonijaka u zrak s 1000 mg m^{-3} na manje od 100 mg m^{-3} .

Postrojenje Dušična kiselina 1: Smanjenje emisije plinova NO_x iz otpadnog plina

Početkom 2010. godine pušten je u rad sustav za uklanjanje plinova NO_x iz otpadnih plinova postrojenja Dušična kiselina 1 (slika 3). Realizacija projekta je iznosila 10 milijuna kuna. Postrojenju je dodana jedinica za niskotemperaturnu selektivnu katalitičku redukciju dušikovih oksida u otpadnom plinu nastalog dvotlačnim procesom industrijske proizvodnje dušične kiseline. Selektivna katalitička redukcija provodi se heterogenim katalizatorom TiO_2/WO_3 nanesenim na nosač Al_2O_3 , oblika pčelinjeg saća, velike aktivne površine. Ostvarena je učinkovita selektivna katalitička redukcija u temperaturnom području otpadnog plina od 180 do $230 \text{ }^\circ\text{C}$ uz izravnu primjenu ukapljenog amonijaka, bez prethodnog isparavanja u plinovito stanje.

Posebnom izvedbom sustava za izravno dodavanje ukapljenog amonijaka te omogućavanjem učinkovite homogenizacije s otpadnim plinom postignute su emisijske vrijednosti dušikovih oksida izraženih kao NO_2 u otpadnom plinu u području od 100 do 185 mg m^{-3} (pri n. u.).

Izravnom primjenom ukapljenog amonijaka omogućen je jednostavniji sustav selektivne katalitičke redukcije dušikovih oksida u otpadnom plinu, čime se izbjegava dodatni tehnološki proces isparavanja i predgrijavanja te se ostvaruje ekonomski i energetski učinkovitije smanjenje emisije istih uz zadovoljavanje graničnih vrijednosti propisanih zakonskim odredbama.



Slika 3 – Jedinica za uklanjanje dušikovih oksida iz otpadnih plinova u postrojenju Dušična kiselina 1

PC Proizvodnja gnojiva: Planirani projekti

Postrojenje Amonijak 2

Na postrojenju za proizvodnju amonijaka radi usklađivanja s odredbama Zakona o zaštiti okoliša (NN 110/07) i Uredbe o postupku utvrđivanja objedinjenih uvjeta zaštite okoliša (NN 114/08) planiraju se provesti rekonstrukcije u dijelu proizvodnog procesa i to u smislu:

- smanjenja emisije amonijaka u zrak iz stripera T-21 103 uz iskorisćenje vodene pare,
- smanjenja emisije NO_x uklanjanjem amonijaka iz niskotlačnog otpadnog plina sinteze,
- smanjenja emisije NO_x u zrak ugradnjom *low* NO_x -plamenika.

a) Procesni kondenzat na postrojenju Amonijak 2 obrađuje se stripiranjem. Kondenzat se zagrijava na 102 °C, djelomično isparava i parom odstranjuju amonijak i metanol te se ispuštaju u atmosferu. Ovim postupkom dobiva se relativno čist procesni kondenzat koji se nakon daljnjeg tretmana upotrebljava u proizvodnji pare. Međutim ovaj je postupak neekonomičan i djelomično neprihvatljiv s ekološkog aspekta. Oslobođena para (oko 10 t h⁻¹) nepovratno se gubi umjesto da se iskoristi njezina energija. Amonijak i metanol koji su sastavni dio te pare ispuštaju se u atmosferu te onečišćuju okoliš. Rekonstrukcijom ili zamjenom postojećeg načina stripiranja ostvarili bi se sljedeći efekti:

- para koja izlazi iz stripera iskoristila bi se u procesu proizvodnje amonijaka čime bi se ostvarila značajna financijska ušteda;
- amonijak i metanol, koji se sada otpuštaju u atmosferu, vraćali bi se s parom u proces čime potpuno prestaje njihova emisija u okoliš;
- procesni kondenzat bi se učinkovitije obrađivao i lakše vraćao u proces pripreme demineralizirane vode.

b) Spaljivanjem amonijaka iz niskotlačnog otpadnog plina sinteze i rashladnog sustava znatno se povećava koncentracija dušikovih

oksida u dimnim plinovima peći primarnog reformera. Planiranom ugradnjom sustava za izdvajanje amonijaka iz niskotlačnog otpadnog plina sinteze i rashladnog sustava dio amonijaka vratit će se u rashladni sustav postrojenja, a dio iskoristiti u postrojenju za proizvodnju uree.

c) Kako trenutačno ugrađena oprema i način vođenja procesa loženja ne mogu zadovoljiti zadanu granicu za emisiju NO_x prema kriterijima NRT-a, planira se ugradnja plamenika s niskom emisijom NO_x na peći primarnog reformera H 21101 i predgrijača. Takvi plamenici faznim izgaranjem smanjuju emisiju NO_x . Faza u kojoj djelomično "kasni" dovod prirodnog plina u zonu izgaranja rezultira "hladnijim" odnosno stabilnijim plamenom kojemu je niža temperatura na vrhovima plamena, a time i nastaje manje termalnog NO_x .

Plamenici s malom emisijom NO_x smanjuju emisiju NO_x za 40 do 85 %.

Realizacija ovih projekata planirana je do kraja 2017. godine, a za to se predviđaju sredstva u iznosu 30 milijuna kuna.

Postrojenje Urea 2: Smanjenje emisije amonijaka i uree u okoliš

Provedbom projekta rekonstrukcije postrojenja Urea primijenit će se optimalna i najekonomičnija tehnologija sukladno zakonskim propisima RH i kriterijima najbolje raspoloživih tehnika (NRT). Realizacijom projekta očekuje se značajno smanjenje emisije amonijaka u zrak te emisije amonijaka i uree u vodotoke.

U osnovi će se projekt rekonstrukcije realizirati uvođenjem novog visokoučinkovitog apsorbera na sekciji recirkulacije i jedinice za uklanjanje vodika u ulaznoj struji plinovitog CO_2 . Tako će se omogućiti promjena procesnih tokova jer više ne postoji opasnost od nastanka eksplozivne smjese u dijelu procesa zbog prisutnosti vodika. Očekivani rezultati smanjenja emisije amonijaka i prašine u zrak navedeni su u tablici 1. Nadalje postavljanjem novog hidrolizera i desorbera na sekciji za obradu otpadnih voda prestaje ispuštanje pročišćene otpadne vode u prirodne vodotoke, a pročišćeni kondenzat s manje od 3 ppm amonijaka i s manje od 3 ppm uree dalje se upotrebljava unutar Petrokemije za pripremu napojne kotlovske vode (tablica 2).

Ukupno gledajući, realizacijom projekta rekonstrukcije emisija amonijaka smanjit će se s 101,5 kg h⁻¹ na 44,3 kg h⁻¹ što je smanjenje za oko 56 %.

Također nakon projekta rekonstrukcije smanjuje se i ukupna emisija uree s oko 44,6 kg h⁻¹ na 35 kg h⁻¹, što čini smanjenje za oko 21 %.

Ukupno gledano realizacija će dovesti do poboljšanja kakvoće zraka kutinskog područja i doprinijeti zaštiti vodotoka.

Realizacija ovih projekata je planirana do kraja 2013. godine, a za to se predviđaju sredstva u iznosu 42,5 milijuna kuna.

Postrojenje NPK 1: Pranje plinova sekcije granulacije

U procesu proizvodnje gnojiva NPK znatan utjecaj na okoliš ima sekcija granulacije. U reaktorskoj liniji nastaje suspenzija tekućeg gnojiva (lug) koja se pumpama raspršuje u sferodizerima. Sferodizer je rotacijski bubanj s podizačima granula koji se nalaze na unutarnjoj strani tako da se rotacijom bubnja granule podižu do vrha nakon čega padaju u obliku guste zavjese ispred raspršivača luga. Padajući, granule se oblažu svježim lugom i istodobno suše u strujanju toplog zraka koji ulazi s iste strane u sferodizer. Proces se ponavlja rotacijom sferodizera, pa granule postaju sve veće do postizanja traženog granulometrijskog sastava od 2 do 5 mm. Topli

T a b l i c a 1 – Usporedba vrijednosti emisija u zrak prije i nakon rekonstrukcije postrojenja

Onečišćujuća tvar	Sadašnja prosječna vrijednost emisije na ispustu		Očekivane vrijednosti emisije na ispustu nakon rekonstrukcije		GVE od 31. 12. 2009. do 31. 12. 2015.		GVE nakon 1. 1. 2016.	
	mg m ⁻³	kg t ⁻¹	mg m ⁻³	kg t ⁻¹	mg m ⁻³	kg t ⁻¹	mg m ⁻³	kg t ⁻¹
Prašina	90	0,620	80	0,560	225	-	150	1,5
Amonijak	229	1,59	100	0,712	300	-	200	1,75

T a b l i c a 2 – Usporedba vrijednosti emisija u vodotok prije i nakon rekonstrukcije postrojenja

Naziv ispusta	Onečišćujuća tvar	Sadašnja vrijednost emisije na ispustu (prosječna vrijednost)		Očekivane vrijednost emisije na ispustu nakon rekonstrukcije	
		mg l ⁻¹	kg t ⁻¹	ppm	kg t ⁻¹
Urea (desorpcija i hidroliza)	Amonijak	57	0,000031	<5	-
	Urea	142	0,000077	<5	-

zrak suši nastale granule i izlazi iz sferodizera preko sustava ciklona gdje se odvajaju čestice prašine gnojiva. Otpadne plinove ventilator izbacuje kroz dimnjak u atmosferu. Odvojena prašina iz ciklona vraća se u proces proizvodnje gnojiva.

Emisije amonijaka u zrak iz sferodizera ne udovoljavaju nacionalnu graničnu vrijednost emisije (300 mg m⁻³ pri n. u.), dok emisije prašine u zrak iz sferodizera udovoljava nacionalni GVE (225 mg m⁻³ pri n. u.). Međutim kriterije NRT-a ne ispunjava ni emisija amonijaka niti emisija prašine. Zbog toga je u pripremi realizacija projekta pranja plinova sekcije granulacije. Realizacija se očekuje do kraja 2013. godine, a vrijednost investicije iznosi 65 milijuna kn. Nakon realizacije projekta emisija amonijaka bit će manja od 30 mg m⁻³, a prašine ispod 25 mg m⁻³ (pri n. u.).

Pranje otpadnih plinova iz sustava granulacije provodilo bi se zasićenjem otpadnog plina vodom uz dodatak dušične kiseline. Iz otpadnog plina bi se izdvojili amonijak i krute čestice, a otpadna voda bi se u sustavu recirkulacije uz djelomično izdvajanje vratila u proces proizvodnje gnojiva.

Dušična kiselina 1: Uklanjanje N₂O iz otpadnog plina

Na Postrojenju za proizvodnju dušične kiseline 1 tijekom oksidacije amonijaka u reaktoru uz nastajanje NO dolazi i do nepoželjnih sekundarnih reakcija pri kojima nastaju dušik (N₂) i di-dušikov oksid (N₂O). Ove reakcije smanjuju stupanj iskorištenja amonijaka, a N₂O je i staklenički plin koji kroz otpadni plin dospijeva u zrak.

Iz postrojenja se ispušta 56 500 m³ h⁻¹ (izraženo pri n. u.) otpadnog plina po jednoj proizvodnoj liniji, a količina ispuštenog N₂O iznosi 2553 – 3535 mg m⁻³. Ta je količina veća od graničnih vrijednosti prema NRT-u koje iznose 39 – 589 mg m⁻³. Koncentracija se mijenja u ovisnosti o trajanju rada katalizatora Pt/Rh. U RH nije propisan GVE za N₂O.

S obzirom na mjesto ugradnje u procesu tehnike za smanjenje emisije NO_x i/ili N₂O možemo kategorizirati u tri skupine:

primarne:

– sprječavanje nastajanja N₂O u reaktoru za oksidaciju amonijaka modifikacijom katalizatora za oksidaciju amonijaka,

sekundarne:

- termička dekompozicija N₂O produljenjem reaktora,
- katalitička dekompozicija N₂O u reaktoru za oksidaciju,

tercijarne:

- kombinirano smanjenje NO_x i N₂O u otpadnom plinu,
- NSCR – neselektivna katalitička redukcija,
- SCR – selektivna katalitička redukcija.

Budući da je na postrojenju Dušična kiselina 1 već ugrađen sustav za selektivnu katalitičku redukciju NO_x, za uklanjanje N₂O odabrana je metoda katalitička dekompozicija N₂O.

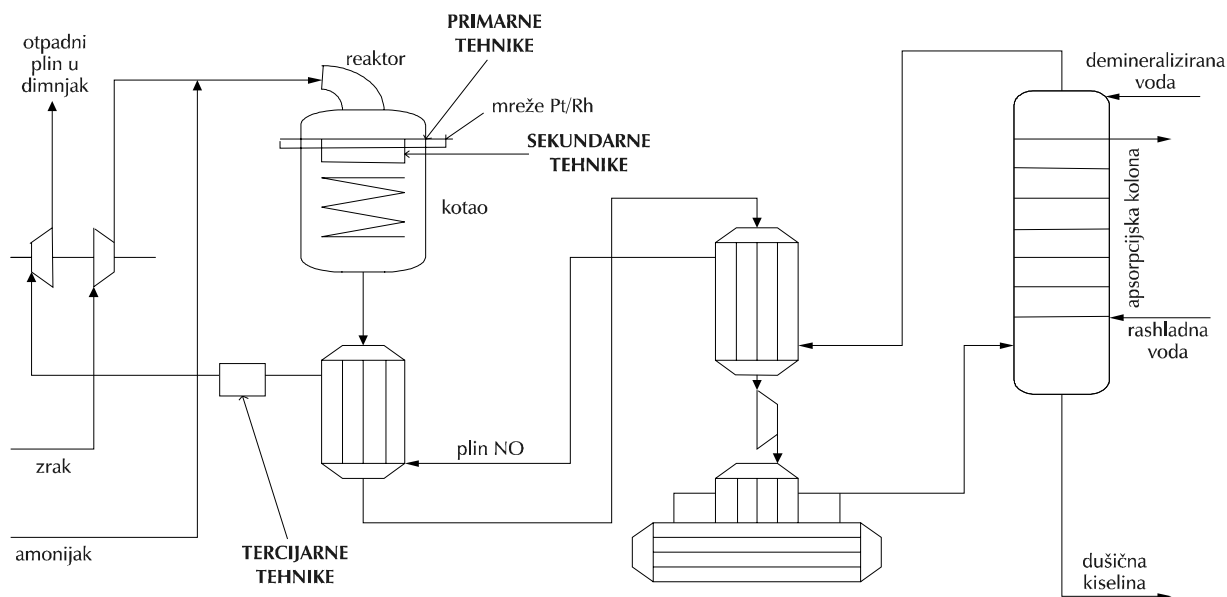
Ova tehnika podrazumijeva katalitičku dekompoziciju N₂O neposredno ispod platinskih katalizatorskih mreža u reaktoru za oksidaciju amonijaka. Bazirana je na činjenici da je N₂O nestabilan na visokim temperaturama. Zadržavanjem N₂O na visokoj temperaturi dovoljno dugo dolazi do njegove djelomične razgradnje na N₂ i O₂. Usto je primjenom odgovarajućih katalizatora koji selektivno potiču razgradnju N₂O moguće smanjiti sadržaj N₂O za 70 – 90 %. Katalizatori za uklanjanje N₂O (DeN₂O) ne smanjuju stupanj iskorištenja konverzije amonijaka.

Razvijeno je više tipova katalizatora koji se razlikuju prema aktivnoj komponenti, nosiocu aktivne komponente i fizičkom obliku. Najpoznatije tvrtke u proizvodnji katalizatora razvijale su vlastite katalizatore na bazi metalnih oksida bakra i cinka te platine.

Katalizatori za uklanjanje N₂O smještaju se u zonu visoke temperature (oko 800 °C) neposredno ispod postojećih Pt/Rh-katalizatorskih mreža.

Kod većine postojećih postrojenja moguće je katalizator za DeN₂O smjestiti u reaktor umjesto dijela Raschigovih prstenova (punila) bez znatnih modifikacija unutrašnjosti reaktora. U kojoj mjeri će modifikacija biti opsežna ovisi o više faktora (stupanj redukcije N₂O, promjer reaktora, postojeći izgled unutrašnjosti reaktora, protočna brzina u reaktoru) i određuje se detaljnim inženjerstvom od slučaja do slučaja.

Kod postrojenja u kojima su Raschigovi prstenovi smješteni iznad Pt/Rh-katalizatorskih mreža nužne su modifikacije unutrašnjosti reaktora. Visine punjenja katalizatora za DeN₂O kreću se obično od 5 do 14 cm.

Slika 4 – Shema izdvajanja plinova N_2O i NO_x iz otpadnog plina pri proizvodnji dušične kiseline

Realizacija ovog projekta predviđena je za 2013./2014., a vrijednost investicije iznosi 29,5 milijuna kuna.

Dušična kiselina 2: Uklanjanje NO_x i N_2O iz otpadnog plina

Postrojenje za proizvodnju dušične kiseline 2 pušteno je u rad 1982. godine. Projektirani dnevni kapacitet postrojenja iznosi 450 tona čiste (100 %) dušične kiseline. Proces je karakteriziran oksidacijom amonijaka pri tlaku od 3,8 bara i apsorpcijom dušikovih plinova kod tlaka od 9 bara (*dual pressure M/H*).

Proces proizvodnje dušične kiseline može se podijeliti u pet sekcija

- 1 – priprema smjese amonijak/zrak,
- 2 – spaljivanje smjese amonijak/zrak (oksidacija amonijaka),
- 3 – oksidacija dušikova monoksida (NO) u dušikov dioksid (NO_2),
- 4 – apsorpcija NO_2 ,
- 5 – izbjeljivanje dobivene dušične kiseline.

Tijekom oksidacije amonijaka u reaktoru, uz nastajanje NO dolazi i do nepoželjne sekundarne reakcija, pri čemu nastaje didušikov oksid (N_2O) te kao onečišćujuća tvar dospijeva u okoliš linijom otpadnog plina.

Uz N_2O , prilikom procesa apsorpcije (u koloni za apsorpciju) dio NO_x ostaje neapsorbiran te kroz otpadni plin dospijeva u okoliš.

Do sada na postrojenju nije ugrađena jedinica za obradu otpadnog plina, što znači da postrojenje nije na razini najboljih raspoloživih tehnika iako zadovoljava nacionalnu granicu emisija za NO_x .

S obzirom na mjesto ugradnje u procesu, tehnike za smanjenje emisije NO_x i/ili N_2O možemo kategorizirati u tri grupe; primarne, sekundarne i tercijarne (što je prikazano na slici 4).

S obzirom na procesne parametre Postrojenja za proizvodnju dušične kiseline 2, smanjenje emisije NO_x i N_2O moguće je provesti objedinjavanjem dviju različitih tehnika:

- sekundarne;
- katalitičke razgradnje (DeN_2O) u reaktoru za oksidaciju amonijaka,

- tercijarne;
- selektivne katalitičke redukcije – SCR ($DeNO_x$).

Realizacijom projekta ugradnje SCR-a za smanjenje emisije NO_x i katalitičke dekompozicije N_2O , postojeća emisija bi se uklopila u kriterije NRT-a za postojeća postrojenja.

Investicijski troškovi za ovaj korak podrazumijevaju nabavu katalizatora i opreme, i kreću se na razini od 9 milijuna kuna. Plan realizacije je kraj 2015. godine.

Pripremili:

Renato Kamenski, dipl. inž.
Goran Žovko, dipl. inž.
Lidija Čosić, dipl. inž.
Predrag Kardum, dipl. inž.
Dr. sc. Stjepan Leaković, dipl. inž.

Profitni centar Proizvodnja glina

Proizvodnja bentonitnih glina u Hrvatskoj započinje 1955. godine kada je u Kutini pušten u probni rad pogon za kiselinsku i alkalnu aktivaciju glina. Povijesno gledano uporaba glina datira iz najstarijih vremena, kada su se koristile kao jedno od osnovnih sredstava za pranje rublja i osobnu higijenu te za izradu različitih posuda za spremanje žita.

Bentonitna glina je aluminosilikat, tj. osnovna svojstva određuju oksidi, odnosno hidroksidi aluminija i silicija. Sastavljena je pretežno od minerala montmorilonitnog tipa. Strukturu montmorilonita čine dva sloja tetraedarski koordiniranih atoma silicija između kojih se nalazi sloj oktaedarski koordiniranih atoma aluminija. Slojevi su povezani kisikovim atomima. Najvažnija svojstva bentonitnih glina su: bubrežnost, izmjena kationa, sposobnost vezivanja i tiksotropija. Zbog svojih svojstava bentoniti imaju široko područje primjene te se upotrebljavaju u ljevačkoj industriji, građevinarstvu, vinarstvu, proizvodnji sokova, ulja, naftnoj industriji, u proizvodnji stakla, u proizvodnji higijenskih stelja za kućne ljubimce i dodacima za stočnu hranu.

U PC-u Proizvodnja glina proizvode se alkalno aktivirani bentoniti (slika 5), dodaci stočnoj hrani, dodaci za ljevarstvo i higijenska

stelja za mačke pod komercijalnim imenom Felina. Ukupna godišnja proizvodnja iznosi 25 000 tona. Raspoloživi ukupni kapacitet proizvodnje iznosi 40 000 tona na dvije linije. Godine 2008. izgrađena je nova linija, a 2009. godine modernizirana je stara proizvodna linija. Troškovi rekonstrukcije stare linije i izgradnja nove linije iznosili su 5,5 milijuna kuna.

Na postrojenju alkalno aktiviranih bentonita proizvode se Bentoplast 20 i Bentoplast 30. Bentoplast 20 rabi se za pripremu isplake za dubinska bušenja pri dobivanju sirove nafte i za izgradnju vodonepropusnih slojeva kod izgradnje brana i cesta te sanacije odlagališta komunalnog otpada. Bentoplast 30 primjenjuje se u pješćanim kaluparskim mješavinama u ljevarstvu.

Na postrojenju za proizvodnju dodataka za ljevarstvo proizvode se Inakol A, L, M i S. U ljevarstvu proizvodi služe kao visokoaktivna veziva i nositelji sjajnog ugljika u ljevaonicama sivog i nodularnog lijeva. Zbog povećane emisije čestica u zrak na postrojenju za proizvodnju Inakola 2008. godine zamijenjene su vreće na vrećastom filtru filter-patronama. Nakon zamjene filtera emisija čestica u zrak smanjena je sa 700 na samo 2 mg m⁻³, što je znatno manje od propisanih 75 mg m⁻³.



Slika 5 – Alkalna aktivacija gline

Proizvodnja dodataka stočnoj hrani obuhvaća proizvode Benural S, Fosfonal, Fosfonal forte kao izvore neproteinskog dušika i fosfora te Ubea 70 za proizvodnju silaže. Praćenjem trendova u proizvodnji hrane na postrojenju za proizvodnju dodataka stočnoj hrani 2010. uvedena su načela sustava HACCP. Ovime je uspostavljena, a i provodi se redovita kontrola higijenskih uvjeta proizvodnje te preventivni postupci u skladu s načelima sustava analize opasnosti i kontrole kritičnih točaka čime je postignuta veća kvaliteta i zdravstvena ispravnost gotovih proizvoda.

Pripremio:
spec. ekoinž. Zdenko Buić, dipl. inž.

Profitni centar Proizvodnja čađa

Proizvodnja čađa u Kutini datira još iz davne 1926. godine. Godinama rada stečeno je zavidno stručno znanje o proizvodnji čađa koje je primjenjivano za unapređenje proizvodnje radi manje potrošnje energije i poboljšanja zaštite okoliša. Kao kruna takvog stanja bilo je projektiranje i izgradnja postrojenja za proizvodnju čađe u Iranu 1993. godine prema vlastitoj licenci.

U Petrokemiji d. d. u PC-u Proizvodnja čađa izgrađene su dvije proizvodne linije s ukupnim godišnjim kapacitetom 26 000 – 30 000 tona.



Slika 6 – Spaljivanje sumporovodika na postrojenju za proizvodnju čađa

Proizvodi se nekoliko vrsta čađa, za potrebe gumarske industrije i proizvodnju boje i plastike, čija kvaliteta zadovoljava stroge EU-standarde.

Međutim unatoč tomu što su proizvodna postrojenja u dobrom stanju i kvalitetnim proizvodima, na proizvodnju čađe u Petrokemiji d. d. znatno su utjecale globalna kriza i recesija u automobilske industrije. Zbog toga je u lipnju 2009. godine privremeno obustavljena proizvodnja čađe u Kutini. Danas, nakon dvije godine zastoja u proizvodnji provode se aktivnosti za ponovno pokretanje proizvodnih postrojenja.

Unapređenja u proizvodnji čađa su već prikazana u časopisu *Kemija u industriji* iz pera Nenada Zečevića, dipl. inž. i suradnika kako slijedi:

- Selektivna oksidacija "mekih" tipova uljno-pećnih čađa amonijskim nitratom (KUI-12/07)
- Uporaba deemulgatora za odvajanje vode od antracenskog ulja (KUI-3/08)
- Automatska metoda kontrole jodnog adsorpcijskog broja u industrijskim pećima za proizvodnju uljno-pećne čađe (KUI-12/08)
- Spaljivanje otpadnih procesnih plinova u proizvodnji uljno-pećne čađe (KUI-1/09)
- Filtriranje čestica prašine uljno-pećnih čađa iz otpadnih procesnih plinova pomoću filter-vreća s PTFE-membranom (KUI-1/10)
- Poboljšanje rada rotirajućih sušionika za sušenje mokro granuliranih uljno-pećnih čađa (KUI-5/10)
- Iskorištenje topline otpadnih procesnih plinova u reaktoru za proizvodnju uljno-pećnih čađa (KUI-2/11)

Od navedenog ističemo važnost realizacije projekta spaljivanja otpadnih plinova na posebno izgrađenim bakljama (slika 6), pri čemu je potpuno uklonjen sumporovodik iz otpadnih plinova što je značajno popravilo kakvoću zraka u gradu Kutini.

Pripremio:
Darko Vuković, dipl. inž.

Profitni centar Tekuća gnojiva, usluge i servisi

Tekuća mineralna gnojiva Fertine

Petrokemija d. d. Kutina uz standardnu paletu proizvoda proizvodi i tekuća mineralna gnojiva pod komercijalnim nazivom Fertina. Fertine su tekuća mineralna gnojiva koja pored osnovnih makroe-

lemenata dušika, fosfora i kalija sadrže i druge makro – i mikroelemente potrebne za normalan rast i razvoj biljaka. To su kalcij, magnezij, željezo, bakar, mangan i bor. Njihova je namjena dopunska ishrana kod uzgoja žitarica, voća i povrća, a kod uzgoja cvijeća omogućuju potpunu prihranu. Fertine se ponajprije primjenjuju prskanjem lista (folijarno), ali se mogu primjenjivati i zalijevanjem.

Prednosti gnojidbe tekućim gnojivima:

- neposrednim nanošenjem na list biljke brže upijaju biljna hranjiva
- u kritičnim fazama, kao što je na primjer vrijeme nakon tuče, napada bolesti i štetnika, te poslije proljetnih mrazeva, djelovanje tekućih gnojiva je učinkovitije jer brzo potiče rast i razvoj lista
- u sušnim razdobljima je smanjeno uzimanje hranjiva iz tla, pa je primjena biljnih hranjiva u tekućem obliku znatno uspješnija
- tekuća biljna hranjiva mogu se dodavati u sustave za navodnjavanje i točno dozirati
- moguće ih je miješati i primjenjivati sa zaštitnim sredstvima te se tako smanjuju troškovi.

Udjel gnojiva u otopini za primjenu ovisan je o vrsti biljaka i vremenu primjene, a kreće se od 1 do 5 %. Dok je list slabije razvijen i pri češćem tretiranju, pripravlja se otopina s manjim udjelom, od 1 do 2 %. Kod biljaka s razvijenom lisnom masom i pri jače izraženom manjku hranjiva primjenjuju se udjeli od 2 % i više.

Korisnici mogu iz široke palete tekućih gnojiva izabrati sljedeće proizvode:

- Fertina C – za cvijeće
- Fertina V – za voćke
- Fertina G – za vinovu lozu
- Fertina T – za travnjake i sportske terene
- Fertina B – otopina bora
- Fertina Fe – otopina željeza
- Fertina Ca – za jabuke, kruške, rajčicu i papriku
- Fertina Zn – otopina cinka
- Fertina M – za njegu travnjaka i suzbijanje mahovine
- Fertina P – za povrće
- Fertina R – za ratarske kulture

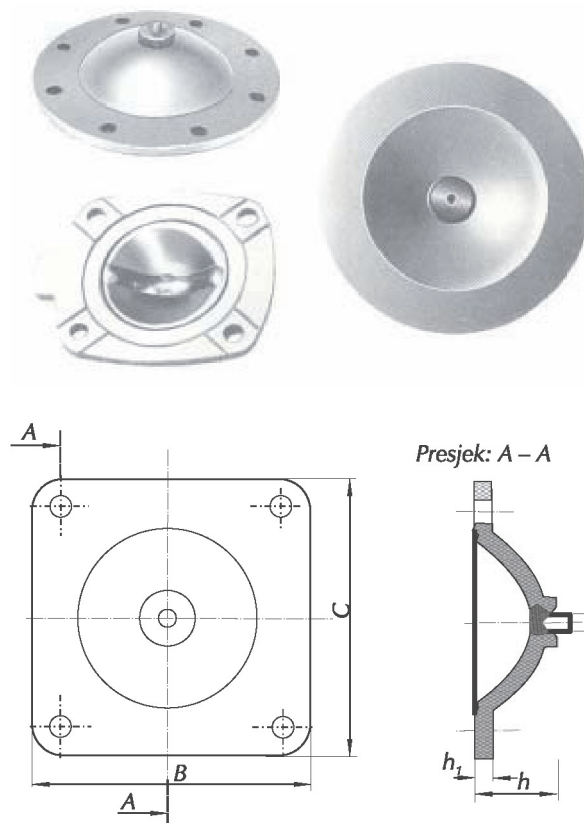


Slika 7 – Paleta tekućih gnojiva

Gumarska proizvodnja i usluge

Unutar PC-a Tekuća gnojiva, usluge i servisi djeluje pogon za proizvodnju gumene tehničke robe i usluge gumiranja.

Proizvodnja gumene tehničke robe je usmjerena na brzo i djelotvorno rješavanje potreba potrošača za onim gumarskim proizvodima koji nisu standardni proizvodni program velikih proizvođača.



Slika 8 – Membrane raznih izvedbi

Gumena tehnička roba izrađuje se od prirodnog i sintetičkog kaučuka primjenjivog na temperaturama od 20 do 200 °C i otpornog na naftu i naftne derivate te kiseline i lužine.

Proizvodi iz ovog programa dijele se na cjelovite gumene proizvode, proizvode guma/metal i proizvode ojačane platnom.

PC Tekuća gnojiva, usluge i servisi raspolaže konstrukcijskim uredom, čime nudi kompletnu tehničku uslugu, od snimanja proizvoda, preko izrade tehničke dokumentacije za izradu alata (kalupa) do izrade proizvoda. Za usvajanje novog proizvoda potrebno je dostaviti nerabljeni uzorak ili nacrt proizvoda te uvjete eksploatacije proizvoda (temperatura, medij, tlak). Također se izrađuju gumeni proizvodi u alatima naručioća.

Pružaju se i usluge gumiranja procesne opreme (rezervoara, cjevovoda, kada, crpki, ventila) radi zaštite metala od trošenja i nagrižanja lužinama ili kiselinama. Metalne površine oblažu se gumenim oblogama izrađenim od sintetičkog i prirodnog kaučuka ovisno o namjeni opreme. Obavljaju se usluge sanacije već gumirane opreme u vlastitoj radionici ili na postrojenjima naručitelja.

Izvode se spajanja i popravak gumenih transportnih vrpca u radionici i na mjestu uporabe toplim postupkom prešom za vulkanizaciju spoja širine vrpca 2200 mm, kao i spajanje i popravak vrpca hladnim postupkom ovisno o uvjetima rada transportnih vrpca.

Pripremio:
Zlatko Bedeković, dipl. oec.

Profitni centar Održavanje

Profitni centar Održavanje cjelina je u Petrokemiji d. d. kojoj je temeljna zadaća održavanje ispravnosti procesnih postrojenja uslugom održavanja procesne opreme (tlačne posude, čelične konstrukcije, električne i mjerne regulacijske opreme), objekata, konstrukcija i instalacija. PC Održavanje je smješten je u krugu Pe-



Slika 9 – Crpka prije i poslije reparacije



Slika 10 – Uređaj za balansiranje



Slika 11 – Strojna obrada na mjestu (on site machining)

trokemije u samostalnim objektima. Usporedo s ovladanjem tehnološkim procesima proizvodnje gnojiva, čada i proizvoda na bazi bentonitnih glina razvijao se i sustav održavanja.

Održavanje opreme provodi se kontinuirano, a s dijelom se usluga PC Održavanje pojavljuje na tržištu Hrvatske i regije (Slovenija, Bosna i Hercegovina, Srbija). Pruža sljedeće usluge:

Usluge na klipno-rotacijskim strojevima

PC Održavanje pruža usluge sanacija crpki, reduktora, kompresora, spojki i dr. Posjeduje uređaj za balansiranje na kojem se mogu balansirati dijelovi duljine do 6 m, promjera do 2 m i mase do 2 t. Slika 9 prikazuje crpku prije i poslije reparacije.

Usluge zavarivanja

S 12 atestiranih zavarivača PC Održavanje pruža usluge reparaturnog zavarivanja i svih drugih vrsta zavarivanja plinskim postupkom i postupcima TIG i REL te uslugu plazma-rezanja do 50 mm debljine. Posjeduje certifikat HRN EN ISO 3834-2.

Usluge na stacionarnoj opremi

PC Održavanje popravlja postojeću opremu na licu mjesta ili u svojim radionicama te izrađuje i montira novu opremu. Popravlja i izrađuje ventilatore, izmjenjivače topline, kotlove, transportne sustave te drugu procesnu opremu i konstrukcije.

Neki od značajnijih projekata su izrada opreme i posuda većih dimenzija, kao npr. izrada zaprašivača dimenzija $L = 6020$ mm, $\phi = 1730$ mm, $m = 7.200$ kg. Za izradu granulatora dimenzija $L = 12\ 000$ mm, $\phi = 4250$ mm, $m = 60\ 000$ kg utrošeno je ukupno 16 110 radnih sati. Posude su izrađene od nehrđajućeg čelika AISI 304 različitih debljina (10 – 25 mm), a tehnologija izrade podrazumijeva rezanje limova, pripremu limova za zavarivanje, savijanje limova, zavarivanje limova te montažu zavarenih limova.

Usluge strojne obrade

Usluge koje pruža PC Održavanje iz područja strojne obrade su strojna obrada u dijelu tokarenja promjera 400 mm do duljina 3,5 m, horizontalno tokarenje promjera 1650 mm do visine 900 mm te obrada na horizontalnoj TNC-bušilici (*bohrwerke*) obradaka dimenzija $1200 \times 1500 \times 2000$ mm mase do 5 t.

Specijalističke usluge

Specijalističke usluge koje obavlja PC Održavanje su sljedeće:

- *on site machining* ili strojna obrada tokarenja, bušenja i glodanja na mjestu lakim, prenosivim i zrakom pogonjenim strojevima koji se postavljaju na objekt koji se obrađuje
- *on line leak sealing* ili brtvljenje propuštanja na mjestu – metoda kojom se na licu mjesta bez zaustavljanja postrojenja brtvi propuštanje svih medija osim kisika, temperature do $550\ ^\circ\text{C}$ i tlaka do 350 bar.

Popravak, servis i održavanje elektro-opreme

PC Održavanje postavlja sve vrste niskonaponskih instalacija, postavlja instalacije u eksplozivnim (ex) zonama, obavlja servis svih sklopnih aparata i opreme, određuje pružanje kabela i metalnih cjevovoda, obavlja remont svih vrsta niskonaponskih i visokonaponskih elektromotora, premata i lakira elektromotore snage do 200 kW, ispituje kvalitetu električne energije prema normi EN 50160, ispituje osvijetljenost, gromobranske instalacije i otpor uzemljenja, ispituje otpor izolacije niskonaponske i visokonaponske opreme napona do 10 kV te baždari termičke i elektromagnetske releje.

Popravak, servis i održavanje mjerno-regulacijske opreme

PC Održavanje ugrađuje, održava i popravlja kontrolne i alarmno-blokadne sustave, mjerila, analizatore, detektore, sustave besprekidnog napajanja. Ispituje radni okoliš i strojeve s povećanim



Slika 12 – Umjerni laboratorij

opasnostima. Ispituje stabilne sustave za dojavu i gašenje požara te održava, servisira i umjerava vage i dozatore. Od Državnog zavoda za normizaciju i mjeriteljstvo ovlašten je za pripremu vaga klase točnosti III.

Kontrola, ispitivanja i umjeravanja

Umjerni laboratorij je od strane Hrvatske akreditacijske agencije akreditiran po normi HRN EN ISO/IEC 17025 za umjeravanje mjerila tlaka (manometri i pretvornici sa standardiziranim izlazom) u području od 0 do 1200 bara. Pored mjerila tlaka laboratorij umjeruje i mjerila temperature u mjernom području od –15 do 600 °C, za koje osigurava sljedivost umjeravanja do državnih etalona RH.

Ispitni laboratorij je od strane Hrvatske akreditacijske agencije akreditiran po normi HRN EN ISO/IEC 17 025 za ispitivanje sigurnosnih ventila (tlak početka otvaranja i nepropusnosti) u području od 0,2 do 500 bar. Ispitivanje se vrši kapljevinom (voda) i tehničkim plinovima (zrak, dušik) ovisno o namjeni i konstrukciji ventila. Laboratorij može vršiti ispitivanja u postrojenju naručitelja za sigurnosne ventile koji rade u području tlaka od 0,2 do 200 bar.

U Odjel kontrole primjenjuju se sljedeće metode kontroliranja i ispitivanja opreme: ultrazvučna kontrola zavarenih spojeva te unutarnjih pukotina na tlačnoj i rotacijskoj opremi; ultrazvučno mjerenje debljine stijenke cjevovoda, tlačnih posuda, tankova za tekućine i sl.; magnetna kontrola radi otkrivanja pukotina na površini i oko 2 mm ispod površine; penetrantska kontrola radi otkrivanja površinskih pukotina, oštećenja izazvanih hrdanjem, kao i provjera nepropusnosti vara; vizualna kontrola bez pomagala te endoskopom do duljine 3000 mm; dimenzijska kontrola strojnih dijelova s točnošću mjerenja 1/100 mm.

Odjel za kemijska čišćenja i pranja

Ovaj odjel pruža usluge kemijskog čišćenja i pranja procesne opreme, dijelova ili čitavih postrojenja, usluge usisavanja i transporta materijala vakuumskom cisternom Vacupress (usisavanje i ispuhivanje materijala vakuumom i pretlakom, kapaciteta 6500 m³ h⁻¹ sa spremnikom od 14 m³). Vacupress može imati sljedeću namjenu: transport tekućina, želatinoznog i rastresitog materijala, čišćenje spremnika, taložnica, silosa, tankova, odčepijavanje cjevovoda i kanala, izmjenu katalizatora, pijeska u pješčanim filtrima, ionske mase u izmjenjivačima i sl. Djelatnost Odjela podrazumijeva i dekonzervaciju, kemijsku zaštitu i konzervaciju te pasivizaciju opreme ili cijelih postrojenja. Kemijsko čišćenje obavlja se radi pripreme podloge (materijala) za daljnju obradu te redovitog čišćenja dijelova postrojenja u tijeku zastoja ili rada. Osim pružanja usluga unutar Petrokemije d. d., Odjel za kemijska čišćenja i pranja pruža i vanjske usluge, a sve prema istoj tehnologiji i po-

stupcima koji se primjenjuju i za usluge unutar Petrokemije d. d. Odjel za kemijska čišćenja i pranja radove izvodi i visokotlačnim toplovodnim peračima te visokotlačnim pumpama (Woma – 400 bar i Hammelmann – do 1400 bar), koje imaju sve veću prednost u odnosu na klasično kemijsko uklanjanje naslaga ili produkata korozije.

Inženjering

Djelatnost Inženjeringa su poslovi projektiranja i nadzora prema Zakonu o prostornom uređenju i gradnji (izrada projektnih zadataka, idejnih, glavnih i izvedbenih projekata); savjetovanje i zastupanje investitora u pitanjima koja se odnose na planiranje, projektiranje, izbor opreme i izvoditelja radova te organizaciju izvođenja cjelokupnog projekta; izrada studija, programa, idejnih tehnoloških projekata te izrada stručnih mišljenja, procjena i proračuna; izrada dokumentacije za adaptacije, rekonstrukcije i zamjene dijelova postrojenja i opreme; izrada dokumentacije postojeće opreme, dijelova opreme, cjevovoda i sl.; renoviranje postojeće projektne dokumentacije ili pojedinih crteža prenošenjem iz klasične forme (na papiru) u odgovarajući oblik računalom (elektronički zapis i sl.). Značajniji projektni zadaci Inženjeringa su rekonstrukcija postrojenja Urea; rekonstrukcija plinovoda; rekonstrukcija cjevovoda CO₂ za opskrbu tvrtke Messer Croatia plin d. o. o.; apsorpcija plinova sekcije granulacije i unaprjeđenje rada kiselih kolona postrojenja NPK 1; zamjena kontrolnog sustava DUKI-1; analiza naprežanja i pomaka cjevovoda pare pod tlakom od 120 bara; proračun čvrstoće i izrada tehničke dokumentacije za izradu različitih izmjenjivača i opreme.

Pripremili:

Branko Rokić, dipl. inž.
Sandra Kardum, dipl. inž.

Troškovni centar Transport

Troškovni centar Transport dio je Petrokemije d. d. koji doprema i istovaruje sirovine za proizvodnju mineralnih gnojiva i u kojem se obavljaju pakiranje, utovar i otprema mineralnih gnojiva kupcima.

Od ulaznih sirovina najviše su zastupljeni sirovi fosfati, kalijev klorid, amonijev sulfat, monoamonijev fosfat (MAP), diamonijev fosfat (DAP), dolomit, kvarcni pijesak i elementarni sumpor. Sirovine se do jadranskih luka (Šibenik, Rijeka, Solin) dopremaju brodovima, a od luka do Kutine najčešće željeznicom.

Sirovine se istovaruju i smještaju u odgovarajuća skladišta i dopremaju proizvodnim postrojenjima za proces proizvodnje gnojiva.

Proizvedeno mineralno gnojivo se skladišti i čuva u posebnim skladištima odakle se uzima posebnom opremom i transportira do postrojenja za pakiranje.

U TC-u Transport postoje tri postrojenja za pakiranje mineralnih gnojiva. U postrojenju Pakirnica 1 pakiraju se gnojiva NPK i KAN (prilirani ili granulirani), u postrojenju Pakirnica 2 pakiraju se amonijev nitrat i gnojivo KAN, a u postrojenju Pakirnica 3 pakiraju se Urea i gnojiva NPK. Dnevni kapaciteti pakiranja prikazani su u tablici 3. Prosječni dnevni ukupni kapacitet pakiranja iznosi oko 5000 tona.

Prema kupcima se mineralno gnojivo otprema na različite načine:

- upakirano u ambalažu od polietilena, pakiranje od 25, 40 i 50 kg,
- upakirano u ambalažu od polipropilena/polietilena, pakiranje od 500, 600 i 1000 kg (*big-bag*),
- u rasutom stanju.

Za pakiranje se upotrebljava polietilenska ambalaža od domaćih i stranih dobavljača ugovorenih dimenzija u obliku pojedinačnih vreća ili u obliku beskonačne trake u roli s otisnutim izgledom vreće.

T a b l i c a 3 – Dnevni kapaciteti pakiranja mineralnih gnojiva po vrstama i veličini vreće

Mjesto pakiranja	Pakirnica 1		Pakirnica 2		Pakirnica 3		
	25 kg	50 kg	25 kg	50 kg	25 kg	40 kg	50 kg
Vrsta i količina upakiranog gnojiva	KAN	KAN	KAN	KAN	Urea	Urea	NPK
	NPK	NPK			NPK		
Kapacitet / t	600	900	600	600	600	800	1.000

Upakirane vreće se transportiraju s automatskih linija za pakiranje do linija za paletiziranje, gdje se slažu na palete ugovorenih dimenzija prema vrsti pakiranja. Palete koje se upotrebljavaju u procesu paletiziranja moraju biti toplinski obrađene.

Preko složenih vreća se navlači polietilenska folija koja drži složene vreće u kompaktnoj cjelini.

Na izlazu iz prostora za paletiziranje na vanjskoj foliji se ispisuju podaci važni za sljedivost proizvoda (datum, vrijeme i mjesto pakiranja).

Paletizirano gnojivo se slaže na prostor za privremeno skladištenje (slika 13) ili se odmah utovaruje u vozila (kamion ili vagon) i otprema kupcu.



Slika 13 – Privremeno uskladištene palete mineralnog gnojiva

Pripremio:
Milovan Nagradić, dipl. inž.

Troškovni centar Kontrola kvalitete

TC Kontrola kvalitete je samostalna organizacijska cjelina unutar Petrokemije d. d. koja daje laboratorijsku podršku svim proizvodnim procesima. U osam ispitnih laboratorija TC-a Kontrola kvalitete ispituju se fizikalno kemijski pokazatelji kvalitete različitih materijala i tvari kako slijedi:

- mineralna gnojiva kruta i tekuća (Urea, KAN, AN, UAN, NPK, Fertine);
- ostali proizvodi Petrokemije: amonijačna voda, tekući amonijak, dušična, sumporna, fosforna i fluorosilicijska kiselina;
- sirovine: kalijev klorid, kalijev sulfat, sirovi fosfat, diamonijev i monoamonijev fosfat, sumpor, amonijev sulfat, dolomit, magnezit, kvarcni pijesak;



- vapno, sredstva protiv stvrdnjavanja, tehnička natrijeva lužina, natrijev hipoklorit;
- loživa i maziva ulja;
- plemeniti metali (Pt, Rh, Pd) iz katalizatora;
- razni talozi, eluat otpada i otpad;
- uzorci tla i biljnog materijala u sklopu pokusa, u promidžbene svrhe i za vanjske naručitelje;
- prirodni, procesni i otpadni plinovi, tekući dušik i instrumentni zrak;
- razne vrste voda i kondenzata: površinske, procesne, otpadne, pitke, podzemne, napojne i kotlovske vode, procesni, parni i turbinski kondenzati;
- emisije u zrak iz pojedinih postrojenja;
- kvaliteta zraka na području grada Kutine, prate se meteorološki parametri;
- kemijske štetnosti u radnoj okolini.

U laboratorijima se izrađuju ispitni izvještaji, deklaracije, uvode u rad nove analitičke metode, oprema i sl. Ispitivanja se provode različitim tehnikama: spektrofotometrijom (UV/VIS, FTIR, plamena, AAS), plinskom kromatografijom, potenciometrijom, volumetrijom, gravimetrijom i ostalim specifičnim tehnikama po propisanim normama ili internim metodama.

U TC-u Kontrola kvalitete radi oko 100 radnika, pretežno kemijske struke (deset radnika visoke stručne spreme).

Stručnjaci TC-a Kontrola kvalitete sudjeluju u istraživačkim programima, razvoju novih proizvoda i poboljšanju tehnoloških procesa u Petrokemiji, u radu raznih strukovnih udruženja (za zrak, vode, Crolab, DZN) kao i na raznim znanstvenim skupovima i simpozijima.

Petrokemija d. d., TC Kontrola kvalitete ima status ovlaštenog laboratorija za ispitivanja kakvoće mineralnih gnojiva, praćenja kakvoće zraka, praćenja emisija u zrak i za ispitivanje i ocjenjivanje sastava i kakvoće voda. Navedena ovlaštenja dobivena su od nadležnih državnih tijela. TC Kontrola kvalitete ispituje uzorke i za druge privatne i pravne osobe, prati kvalitetu zraka na području grada Kutine po programu lokalne samouprave te je njezin rad važan i izvan Petrokemije.

Slijedom opredjeljenja Uprave Petrokemije, kroz Politiku kvalitete i okoliša, za potpuno razumijevanje i udovoljavanje zahtjevima svojih kupaca, vlasnika i šire društvene zajednice, praćenjem zakonskih propisa i međunarodnih procesa vezanih za potvrđivanje osposobljenosti laboratorija, TC Kontrola kvalitete je još 2009. godine od strane Hrvatske akreditacijske agencije akreditirala 32 metode, prema zahtjevima norme HRN EN ISO/IEC 17025:2007,



Slika 14 – Rad u jednom od laboratorija Troškovnog centra Kontrola kvalitete Petrokemije d. d.

za ispitivanje svojstava mineralnih gnojiva, prirodnog i otpadnog plina, zraka, tla, voda, otpada i eluata otpada. Godine 2010. akreditirano je dodatnih devet metoda, a ove godine još sedam metoda (Potvrda o akreditaciji br. 1199).

Do sada je ukupno akreditirano 48 metoda iz već navedenih područja ispitivanja i naftnih proizvoda.

Usklađivanjem rada laboratorija s normom HRN EN ISO/IEC 17025:2007 dobiven je organiziran i uhodan sustav rada svih laboratorija, potvrđena osposobljenost laboratorija od neovisne agencije na nacionalnoj, regionalnoj i međunarodnoj razini, učvršćeno povjerenje naručitelja usluga, udovoljeno zakonskim propisima i osigurana prepoznatljivost na području Republike Hrvatske, a u okviru izvođenja projekata za Petrokemiju i izvan nje. Nakon dugotrajnih i vrlo zahtjevnih priprema radnici sve više uočavaju koje su prednosti akreditacije, a rad u uređenom sustavu povećava njihovo zadovoljstvo. Unutar Petrokemije jača svijest da akreditacija nije samo trošak već da u konačnici prevladavaju koristi. Potvrdom osposobljenosti laboratorija znatno je veća odgovornost i uloga laboratorija.

Pripremila:

Ankica Krmelić, dipl. inž.
Vodeći inženjer kontrole

Sustav upravljanja kvalitetom i Sustav upravljanja okolišem

Sustav upravljanja kvalitetom i Sustav upravljanja okolišem čine integrirani sustav upravljanja Petrokemije d. d.

Sustav upravljanja kvalitetom uređen je na procesnom pristupu i u skladu s normom ISO 9001:2008. Sustav upravljanja kvalitetom Petrokemije d. d. provjeren je od ovlaštene institucije Lloyd's Register Quality Assurance, a primjenjuje se na razvoj i proizvodnju jednostavnih dušičnih gnojiva Urea, KAN, AN (visoke i niske gustoće) i srodnih proizvoda; složenih mineralnih gnojiva NPK, čađa i bentonitnih glina.

Sustav je uveden i potvrđen 1995. godine i od tada se provjerava u skladu s važećom normom.

Sustav upravljanja okolišem Petrokemije d. d. usklađen je s normom ISO 14001:2004, o čemu svjedoči posjedovanje certifikata ovlaštene vanjske certifikatorske kuće. Uveden je 2004. godine i potvrđen također od Lloyd's Register Quality Assurance.

Petrokemija d. d. sa svojim osnovnim djelatnostima proizvodnje mineralnih gnojiva, čađa i proizvoda na bazi bentonitnih glina ima značajan utjecaj na okoliš. Glavni aspekti okoliša su emisije onečišćujućih tvari u zrak i vode i postupanje s otpadom.

Osnovne sastavnice procesa upravljanja okolišem su planiranje i realizacija aktivnosti zaštite okoliša uz uključivanje zakonskih i ostalih zahtjeva. Ocjenom ostvarivanja postavljenih ciljeva i provjerom aspekata okoliša temeljenim na mjerljivim pokazateljima dokazuje se stalno poboljšanje zaštite okoliša.

Stalni napredak i poboljšanje stanja zaštite okoliša detaljnije su prikazani u posebnom poglavlju.

Cjeloviti sustavi upravljanja kvalitetom i okolišem su dokumentirani, što je vidljivo iz Priručnika kvalitete i Poslovnika okoliša, a provjeravaju se unutarnjom revizijom glavnih procesa, ocjenom Uprave sustava preko Odbora za kvalitetu i Sustava upravljanja okolišem, kao i vanjskom revizijom ovlaštene certifikatorske kuće.

Politikom kvalitete i okoliša postavljen je cilj: zadovoljstvo kupca koje se postiže visokom kvalitetom proizvoda i usluga uz najmanji mogući štetni utjecaj na okoliš.



Slika 15 – Potvrda o odobrenju sustavu upravljanja kvalitetom Petrokemije d. d. o usklađenosti s normom ISO 9001:2008



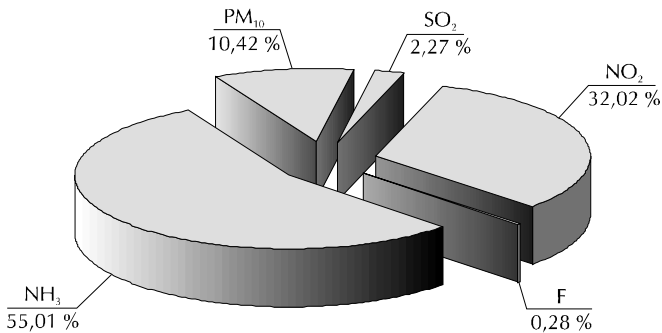
Slika 16 – Potvrda o odobrenju sustavu upravljanja okolišem Petrokemije d. d. o usklađenosti s normom ISO 14001:2004

Povjerenik Uprave za kvalitetu i SUO
Dr. sc. Stjepan Leaković

Zaštita zraka u Petrokemiji d. d.

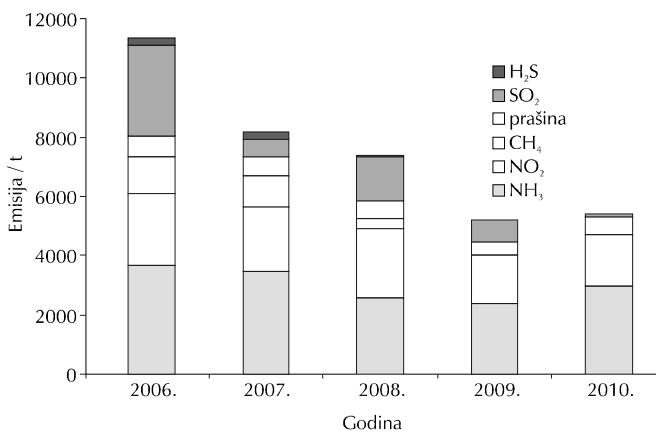
Emisije onečišćujućih tvari u zrak

U ukupnoj emisiji u zrak iz Petrokemije d. d., prema podacima iz 2010., kao i ranijih godina, najzastupljeniji su staklenički plinovi (ugljikov dioksid i didušikov monoksid) s ukupnim udjelom od oko 99 %. Što se tiče emisije ostalih karakterističnih onečišćenja (amonijak – NH_3 , sumporov dioksid – SO_2 , dušikov dioksid – NO_2 , plinoviti fluoridi – HF, prašina), tj. bez emisije stakleničkih plinova i ugljikova monoksida (CO), u ukupnoj emisiji tih onečišćenja iz tehnoloških procesa Petrokemije d. d. najzastupljeniji su bili amonijak i dušikovi oksidi s udjelom od 55 % i 32 % (slika 17).



Slika 17 – Relativni udjeli pojedinih onečišćenja u ukupnoj emisiji karakterističnih onečišćenja u zrak u 2010. godini

Ukupna emisija (bez CO i CO_2) bila je samo za oko 4 % veća u odnosu na 2009., što je zadovoljavajuće s obzirom na ostvareno povećanje proizvodnje. U razdoblju od 2006. do 2010. ostvaren je opadajući trend za dušikove okside, sumporov dioksid (bez emisije iz proizvodnje čađe), amonijak, sumporovodnik, fluoride i krute čestice odnosno prašinu (slika 18).



Slika 18 – Udjel pojedinih onečišćenja u ukupnoj emisiji karakterističnih onečišćenja u zrak za razdoblje 2006. – 2010.

Što se tiče udovoljavanja od 1. 1. 2010. pooštrenim propisanim граниčnim vrijednostima emisije (GVE) prema Uredbi o граниčnim vrijednostima emisija onečišćujućih tvari u zrak iz stacionarnih izvora (NN 21/07, 150/08), u 2010. godini bile su emisijske koncentracije za amonijak, prašinu i dušikov dioksid prekoračene u nekoliko slučajeva na pojedinim ispuštima.

Radi poboljšanja sustava analizirano je stanje i predviđeno poduzimanje mjera usklađivanja postojećih postrojenja s odredbama Zakona o zaštiti okoliša kako je sadržano u Planu prilagodbe prihvaćenom od Europske komisije. Dio planiranih mjera sastavni

je dio Plana modernizacije tvornice odnosno Plana mjera za smanjenje onečišćenja zraka Grada Kutine. Prioritetne mjere poboljšanja su zahvati na postrojenjima NPK 1 i Urea.

Kakvoća zraka na području Kutine

Na temelju rezultata praćenja kakvoće zraka na šest mjernih postaja lokalne mreže (slika 19) za sedam onečišćujućih tvari (NH_3 , SO_2 , NO_2 , H_2S , HF, dim i taložna tvar) u 2010. godini utvrđena je I. kategorija kakvoće zraka tj. čist ili neznatno onečišćen zrak (tablica 4).

Prema rezultatima praćenja kakvoće zraka na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka za 2010. za Grad Kutinu zrak je bio I. kategorije s obzirom na CO, SO_2 te II. kategorije s obzirom na PM_{10} (frakcija lebdećih čestica promjera manjeg od 10 μm) i za amonijak.

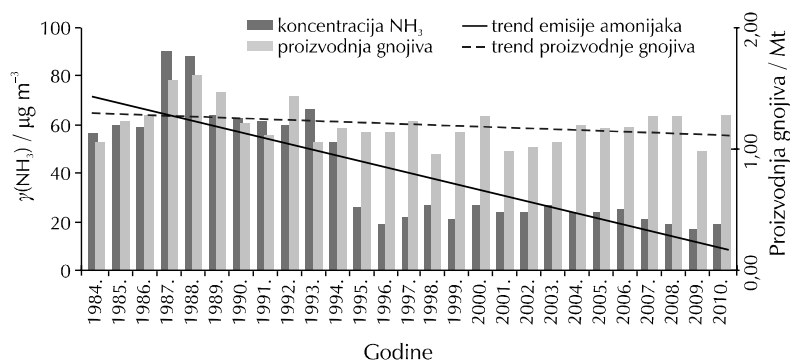
Tablica 4 – Kategorizacija kakvoće zraka na području Grada Kutine po lokacijama mjernih postaja u 2010. ocijenjena prema Uredbi o kritičnim razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 133/05)

Čist ili neznatno onečišćen zrak	Umjerenom onečišćen zrak	Prekomjerno onečišćen zrak	Onečišćujuća tvar
I. kategorija $c < \text{GV}$	II. kategorija $\text{GV} < c < \text{TV}$	III. kategorija $c < \text{TV}$	
02, 06, DMP			sumporov dioksid
01, 02, 03, 05, 06, 07			dim
01, 02, 03, 06, 07			taložna tvar
01, 02, 03, 05, 06, 07	DMP		amonijak
01, 02, 03, 05, 06, 07, DMP			dušikov dioksid
02, 07, DMP			sumporovodnik
01, 02, 03, 05, 06, 07			fluoridi
	DMP		PM_{10}

Legenda: Oznake mjernih postaja: 01 – Dom zdravlja (K1); 02 – Vatrogasni dom (K2); 03 – Meteorološki krug (K3); 05 – Dom športova (K5); 06 – Husain (K6); 07 – Krč (K7); DMP – Državna mjerna postaja; c – koncentracija; GV – гранична vrijednost kakvoće zraka; TV – tolerantna vrijednost kakvoće zraka; PM_{10} – čestice promjera 10 μm



Slika 19 – Raspored mjernih postaja kakvoće zraka: 01 – Dom zdravlja (K1); 02 – Vatrogasni dom (K2); 03 – Meteorološki krug (K3); 05 – Dom športova (K5); 06 – Husain (K6); 07 – Krč (K7); DMP – Državna mjerna postaja



Slika 20 – Srednje godišnje koncentracije amonijaka u zraku na području Kutine i trend za razdoblje 1984. – 2010.

Svrstavanje dijela mjernih postaja u drugu kategoriju kakvoće zraka ukazuje na daljnju potrebu poduzimanja mjera smanjenja emisije iako kroz dulji niz godina opada koncentracija gotovo svih karakterističnih onečišćenja zraka (npr. amonijak, slika 20).

Pripremila:
Grozdana Avirović, dipl. inž.

Gospodarenje vodama

Petrokemija d. d. se opskrbljuje vodom iz vlastitih vodozahvata iz rijeka Ilove i Pakre preko izgrađenih akumulacijskih jezera.

U PC-u Proizvodnja gnojiva na Postrojenju za pripremu, obradu i distribuciju voda proizvode se metodom ionske izmjene dekatonizirana i demineralizirana voda. Na posebnom uređaju za obradu otpadnih voda, metodom ionske izmjene, obrađuju se procesne otpadne vode postrojenja za proizvodnju dušične kiseline i gnojiva KAN te procesne otpadne vode postrojenja za proizvodnju amonijaka. Važnost ovakvog načina obrade procesnih otpadnih voda je u tome što se u proces proizvodnje gnojiva vraća obrađena otpadna voda kao i aktivna tvar iz otpadne vode amonijačni i nitratri dušik u obliku otopine amonijeva nitrata. Pored toga na posebnom se uređaju neutralizacijom vapnenim hidratom obrađuje procesna voda nastala u proizvodnji fosforne kiseline.

Poboljšanja u sustavu gospodarenja vodama u 2010. godini vidljiva su iz sljedećeg:

- Postrojenje NPK 1 – u siječnju 2010. godine pušten je u rad rekonstruirani sustav za pranje otpadnih plinova na reaktorskoj liniji. U sklopu ovog projekta otpadne vode Postrojenja NPK 1 zadržane su unutar postrojenja i vraćene u proces proizvodnje gnojiva. Pored toga potrošnja otopine amonijeva nitrata nastale obradom otpadnih voda ionskom izmjenom proširena je uz potrošnju na postrojenju NPK 1 i na postrojenje KAN 1.
- Postrojenje KAN 1 – tijekom 2010. godine dovršen je Projekt otplinjavanja procesnog kondenzata. Realizacijom ovog projekta smanjena je koncentracija amonijačnog dušika u procesnom kondenzatu sa 2000 na manje od 500 mg l⁻¹.

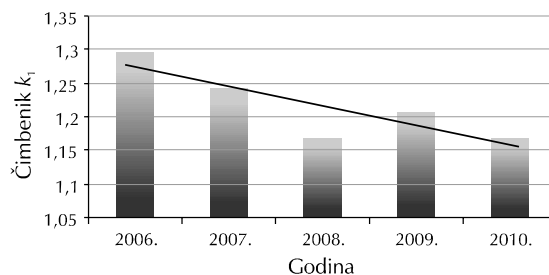
Tablica 5 – Rezultati gospodarenja vodama u 2010. godini

Parametar	2010. godina	2009. godina	Promjena / %
Ukupni dušik na kontrolnom mjestu D iz mjesečnih prosjeka / mg l ⁻¹	47	53	-11,3
k ₁ – čimbenik zagađenja voda	1,169	1,208	-3,2
Volumen ispuštene otpadne vode / m ³	3 195 658	3 643 337	-12,3
Naknada za zaštitu voda / kn	3 362 151,78	3 961 035,99	-15,1
Volumen potrošene sirove vode / m ³	8 875 788	9 804 019	-9,5
Naknada za korištenje voda / kn	4 970 441,28	5 490 250,64	-9,5

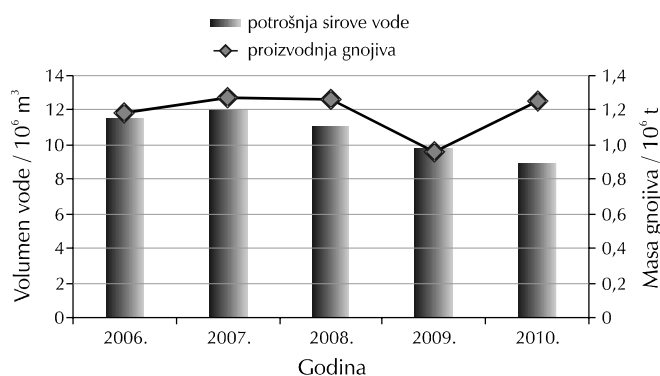
Zbog realizacije projekata na postrojenjima NPK 1 i KAN 1 poboljšani su uvjeti rada postojećeg postrojenja za obradu otpadnih voda, što je utjecalo na smanjenje koncentracije ukupnog dušika u ispuštenim otpadnim vodama na kontrolnom mjestu D u Lateralnom kanalu u naselju Krč (tablica 5).

– Postrojenje za Pripremu i distribuciju voda 2 – ostvaren je povrat vode od pranja pješčanih filtera. Osigurano je zadržavanje otpadne vode nakon pranja pješčanih filtera u prihvatnom bazenu. Nakon sedimentacije suspendiranih tvari voda se vraća u proces pripreme voda na flokulaciju, gdje zamjenjuje sirovu vodu. Na ovaj način smanjena je količina ispuštene otpadne vode i količina potrošene sirove vode (tablica 5).

Petrokemija d. d. ima vodopravnu dozvolu u kojoj su propisane granične vrijednosti za sljedeće parametre: pH, ukupni dušik, fluoridi, KPK i BPK₅. U propisnoj kontroli na 12 godišnjih trenutačnih uzoraka zadovoljava dopuštene granice. Ukupni utjecaj propisanih parametara kontrole otpadnih voda vidljiv je iz čimbenika zagađenja otpadnih voda k₁. Na slici 1 je vidljiv padajući trend čimbenika k₁ u proteklih pet godina.



Slika 21 – Čimbenik zagađenja otpadnih voda k₁ u proteklih pet godina



Slika 22 – Proizvodnja gnojiva i potrošnja sirove vode u proteklih pet godina

U proteklom razdoblju tomu je znatno doprinijela prenamjena jednog spremnika za fosforu kiselinu u spremnik za vode nastale pranjem postrojenja AN/KAN 2. Uporabom ovog spremnika omogućena je obrada svih procesnih otpadnih voda ovog postrojenja na uređaju za obradu otpadnih voda metodom ionske izmjene.

Dobro gospodarenje vodama vidljivo je i na slici 2 gdje je prikazana proizvodnja gnojiva u odnosu na potrošenu sirovu vodu. Uz rastuću proizvodnju gnojiva ostvaren je padajući trend potrošnju sirove vode, što je pogotovo vidljivo u 2010. godini.

Povjerenik Uprave za kvalitetu i SUO
dr. sc. *Stjepan Leaković*

Popis kratica

List of abbreviations

AN N 33,5	– amonijev nitrat, w(N) = 33,5 %
KAN N 27	– kalcijev amonijev nitrat, w(N) = 27 %
NP	– složeno mineralno gnojivo (dušik, fosfor)
NPK	– složeno mineralno gnojivo (dušik, fosfor, kalij)
NRT	– najbolje raspoloživa tehnika
UAN N 30	– jednostavno tekuće mineralno gnojivo (otopina uree i amonijeva nitrata)
Urea N 46	– jednostavno mineralno dušično gnojivo, karbamid, w(N) = 46 %, w(N) = 30 %
n. u.	– normalni uvjeti (tlak 1,013 bar, temperatura 0 °C)
IPPC	– integrirano sprečavanje i kontrola onečišćenja (<i>Integrated Pollution Prevention and Control</i>)
GVE	– granična vrijednost emisije
SCR	– selektivna katalitička redukcija
NSCR	– neselektivna katalitička redukcija
DeN ₂ O	– uklanjanje N ₂ O
HACCP	– analiza opasnosti i kontrola kritičnih točaka (<i>Hazard Analysis Critical Control Points</i>)
TIG	– zavarivanje volframskom elektrodom u inertnom plinu (<i>Tungsten Inert Gas</i>)

REL	– ručno elektrolučno zavarivanje
TNC	– numeričko upravljanje alatnim strojevima tvrtke Heidenha (<i>Touch Numerical Controls</i>)
DUKI 1	– Postrojenje za proizvodnju dušične kiseline 1
DAP	– diamonijev fosfat
MAP	– monoamonijev fosfat
UV/VIS	– spektroskopija u ultraljubičastom/vidljivom dijelu spektra
FTIR	– infracrvena spektroskopija s Fourirovom transformacijom
AAS	– atomska apsorpcijska spektroskopija
KPK	– kemijska potrošnja kisika
BPK ₅	– biokemijska potrošnja kisika u pet dana (u mraku pri 20 °C)

Norme

Standards

HRN EN ISO 3834-2:2007	Zahtjevi za kvalitetu zavarivanja taljenjem metalnih materijala 2. dio: Sveobuhvatni zahtjevi za kvalitetu
HRN EN 50160:2008	Naponske karakteristike električne energije iz javnog distribucijskog sustava
HRN EN ISO/IEC 17025:2007	Opći zahtjevi za osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorija
ISO 9001:2008	Sustavi upravljanja kvalitetom Zahtjevi
ISO 14001:2004	Sustavi upravljanja okolišem Zahtjevi s uputama za uporabu