

1-38 TP 21020
24.06.2010.

На основу Правилника о верификацији и валидацији техничко-технолошких решења и процедуре ИП 19 Израда и поступак верификације и валидације техничко-технолошких решења, Научно веће Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина, на седници одржаној 24.06.2010. год., донело је

ОДЛУКУ

Да се резултат истраживачког рада *Лабораторијски уређај за испитивање процеса уклањања испарљивих органских једињења (VOC) из отпадних гасова*, који је проистекао као резултат рада на Пројекту

TP 21020

Назив пројеката:

РАЗВОЈ ПОСТУПАКА, МЕТОДА И МАТЕРИЈАЛА ЗА ПРЕЧИШЋАВАЊЕ ОТПАДНИХ ИНДУСТРИЈСКИХ ГАСНИХ ТОКОВА И ПРАЋЕЊЕ УТИЦАЈА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ

аутора:

- *мр Александра Ђосовића, истраживач сарадник, ИТНМС, Београд,*
- *Лопичић Зорице, дипл. инж., истраживач сарадник, ИТНМС, Београд,*
- *мр Татјане Шоштарих, истраживач сарадник, ИТНМС, Београд,*
- *мр Јелене Авдаловић, истраживач сарадник, ИТНМС, Београд,*
- *Адамовић Владимира, дипл. инж., истраживач сарадник, ИТНМС, Београд,*

верификује као техничко решење према индикаторима научне компетентности (M83) у складу са Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача (Сл. гласник РС бр. 38/2008), а након усвајања рецензија рецензената проф. др Жељка Грбавчића, ТМФ, Београд и проф. др Срђана Пејановића ТМФ, Београд.

Доставити:

- руководиоцу Пројекта,
- ауторима,
- архиви НВ.



ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА

др Слободан Радосављевић, научни саветник

SADRŽAJ:

1. Predmet	3
2. Oblast na koju se tehničko rešenje odnosi i problem koji se rešava tehničkim rešenjem	3
3. Stanje rešenosti problema u svetu	5
4. Opis i mogućnost primene tehničkog rešenja	6
5. Prilog	8

1. Predmet

Na osnovu istraživanja u oblasti materijala i hemijskih tehnologija, a u cilju zaštite životne sredine, Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina (ITNMS), je u okviru projekta TR 21020, koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, razvio novo laboratorijsko postrojenje kao tehničko rešenje:

„Laboratorijski uređaj za ispitivanje procesa uklanjanja isparljivih organskih jedinjenja (VOC) iz otpadnih gasova“

Osnov za izradu ovog Tehničkog rešenja je Pravilnik o načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača, kojim je u Kriterijumima za određivanje kategorije naučnih publikacija definisan postupak dokumentovanja i verifikacije Tehničkih rešenja (M₈₀).

„Laboratorijski uređaj za ispitivanje procesa uklanjanja isparljivih organskih jedinjenja (VOC) iz otpadnih gasova“, predstavlja novo laboratorijsko postrojenje, u kategoriji „novo laboratorijsko postrojenje, novo eksperimentalno postrojenje, novi tehnološki postupak“, klasifikovano kao rezultat M₈₃.

2. Oblast na koju se tehničko rešenje odnosi i problem koji se rešava tehničkim rešenjem

Sa stanovišta aerozagađenja, pod pojmom isparljivih organskih jedinjenja (VOC) podrazumevaju se ona organska jedinjenja koja se mogu pojaviti u gasovitoj fazi urbanih i industrijskih sredina. Zajedno sa praškastim materijama, oksidima azota i sumpora, ugljen-monoksidom i česticama olova, isparljiva organska jedinjenja su jedan od šest primarnih polutanata vazduha. To su uglavnom jedinjenja koja u svom molekulu imaju do dvanaest ugljenikovih atoma, a pored čistih ugljovodonika čine ih i delimično oksidovani ugljovodonici (organske kiseline, aldehidi i ketoni), kao i ugljovodonici koji sadrže atome hlora, sumpora, azota ili nekih drugih elemenata u molekulu. Isparljiva organska jedinjenja su česti polutanti, emituju se tokom različitih industrijskih procesa (proces sagorevanja, različiti procesi u naftnoj i petrohemijskoj industriji), u poljoprivredi, u saobraćaju i iz drugih izvora. Veoma su toksična, a često ispoljavaju kancerogena, mutagena i teratogena dejstva na živi svet. Takođe, reaguju i sa drugim jedinjenjima prisutnim u atmosferi, dajući kao proizvode reakcije sekundarne polutante i reakcione intermedijere. Štetno dejstvo ovih polutanata ogleda se i u narušavanju prirodnog protolitčkog ciklusa azotnih oksida, što utiče na poremećaj ravnotežne koncentracije ozona u atmosferi.

Sve strožiji zahtevi u pogledu očuvanja kvaliteta životne sredine, kao jedno od rešenja, nameću primenu tehnika za smanjenje koncentracije ili uklanjanje ovih polutanata iz otpadnih gasnih i tečnih struja. Svako, od više stotina jedinjenja koja pripadaju grupi isparljivih organskih jedinjenja, ima svoja individualna svojstva i

karakteristike, tako da efikasnost procesa izdvajanja i uklanjanja datog jedinjenja zavisi prvenstveno od njegovih fizičkih i hemijskih karakteristika. Takođe, na efikasnost utiču i karakteristike gasne struje koja nosi ove polutante. Smanjenje emisije se ostvaruje primenom tehnika koje omogućavaju ponovno iskorišćenje para VOC, separacijom ovih jedinjenja iz otpadnih tokova rekompresijom, kondenzacijom, adsorpcijom ili apsorpcijom. Uklanjanje se ostvaruje uglavnom sagorevanjem, kao direktnom termičkom ili katalitičkom oksidacijom.

Svaka od navedenih tehnika za izdvajanje i uklanjanje pogodna je za tretman samo određenog skupa jedinjenja i to u određenom opsegu operativnih uslova. Otuda se ove tehnike primenjuju individualno ili u kombinaciji (npr. korišćenje membranske separacije i kondenzacije, ili adsorpcija praćena spaljivanjem) kako bi se zadovoljili specifični zahtevi različitih proizvodnih procesa.

Jedan od najpogodnijih pristupa u rešavanju pitanja prečišćavanja otpadnih gasnih tokova koji sadrže VOC, je katalitičko sagorevanje. Kod uređaja za ovu namenu, kao katalizator se najčešće koristi plemeniti metal kao što je paladijum ili platina nanet na nosač od $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ u konfiguraciji koja daje minimalni pad pritiska. Takođe, kao oksidacioni katalizatori primenjuju se i oksidi metala (prosti i složeni). Pad pritiska je obično kritičan faktor za projektovanje insineratora. Katalitička aktivnost se odnosi na stepen povećanja brzine reakcije, u odnosu na brzinu iste reakcije bez prisustva katalizatora. Na taj način katalizator omogućava sagorevanje na nižim temperaturama, i do nekoliko stotina stepeni, u poređenju sa termičkim insineratorima. Pored toga što katalizator treba da obezbedi veliku reaktivnost i nizak pad pritiska, mora da izdrži visoke temperature, da bude otporan na mehaničko habanje, da se što manje otire i da traje dovoljno dugo da bude povoljan za eksploataciju.

Nosači katalizatora su materije bez ikakvog (ili bar bez nepoželjnog) katalitičkog dejstva, čija je osnovna funkcija povećanje površine aktivne komponente i stabilizacija strukture te površine. Pored toga, nosači katalizatora moraju imati i niz drugih hemijskih, strukturnih, toplotnih i mehaničkih osobina. Poželjno je da, pri uslovima procesa, budu hemijski inertni prema aktivnim komponentama i prema komponentama reakcione smeše. Nosači katalizatora za procese sagorevanja mogu biti različitog oblika, kao što su: zrna, monoliti u obliku saća, paralelne ploče, jastučići od vlakana i gaze, sinterovani materijali i sl. Na osnovu toga postoje i različiti tipovi reaktora, kao što su: reaktor sa pakovanim (nepokretnim) slojem zrnastog katalizatora, reaktor sa fluidizovanim slojem, u kome su zrna katalizatora suspendovana u struji gasa i monolit ili reaktor u obliku saća. Svaki od ovih reaktora ima izvesne prednosti i mane, a izbor tipa nosača i reaktora zavisi od konkretne primene i lične procene. Efikasnost sistema katalizator-nosač zavisi i od makrodistribucije aktivne komponente po zapremini nosača katalizatora. U opštem slučaju makrodistribucija aktivne komponente je neuniformna i određena je u prvom redu parametrima sinteze katalizatora. Prihvaćena su četiri granična slučaja distribucije (koncentracionih profila aktivne komponente), a izbor optimalnog koncentracionog profila zavisi od vrste procesa, odnosno prirode reakcija uključenih u proces. Za procese sagorevanja VOC najčešće se koriste nosači u obliku zrna ili višekanalnih monolita.

Kako se iz izloženog može videti, izbor tipa reaktora, sistema nosač/katalizator, distribucije aktivne komponente i kombinacije procesa za uklanjanje pojedinog gasovitog organskog polutanta se svodi na empirijsko iskustvo. Imajući u vidu i velike međusobne razlike između isparljivih organskih jedinjenja, za razvoj uređaja ovog tipa neophodno je detaljnije ispitivati proces katalitičke

oksidacije za konkretne slučajeve koji se javljaju u praksi. U tu svrhu konstruisan je „Laboratorijski uređaj za ispitivanje procesa uklanjanja isparljivih organskih jedinjenja iz otpadnih gasova“ koji će omogućiti testiranje procesa katalitičke oksidacije organskih polutanata pod realnim industrijskim uslovima, kako bi se definisali optimalni uslovi procesa i prikupili što pouzdaniji podaci za projektovanje industrijskih uređaja.

3. Stanje rešenosti problema u svetu

Prvi korak u rešavanju problema zagađenja životne sredine sa VOC je praćenje koncentracija (monitoring) ovih polutanata u ambijentu i u emisiji. Prema raspoloživim podacima, koncentracija VOC u emisiji iz različitih tehnoloških procesa u razblaženim tokovima iznosi do 14 g/m³, a u koncentrovanim tokovima i do 38-50 vol% (koliko iznosi sadržaj VC-monomera u otpadnom gasu pri proizvodnji PVC-a). Količine ovih polutanata, koje se emituju u atmosferu, često prekoračuju granične vrednosti u životnoj sredini propisane odgovarajućim standardima. Ovakav trend uzrokuje i povećavanje njihovih koncentracija u vazduhu ambijenta. Prema podacima US EPA, u urbanim predelima SAD, koncentracije benzena u vazduhu ambijenta prekoračivale su maksimalno dozvoljene vrednosti do 16 puta, a u gusto naseljenim zonama čak i do 1200 puta.

Nažalost, monitoring i smanjenje emisije VOC u velikom broju zemalja, zavisno od stepena industrijskog razvoja, prate velika finansijska ulaganja. Ukupni godišnji troškovi monitoringa i uklanjanja VOC u SAD su dostigli 4 milijarde USD. Otuda se javlja i potreba za razvojem i primenom novih ekonomski isplativih i visokoeffikasnih tehnika uklanjanja i smanjenja emisije ovih polutanata.

Pregledom raspoložive literature, utvrđeno je da se komercijalne metode kontrole emisije isparljivih organskih jedinjenja iz stacionarnih izvora dele u dve osnovne grupe:

- *Metode destrukcije (spaljivanja)*, koje uključuju termičko spaljivanje, katalitičko sagorevanje, spaljivanje u plamenu, u kotlovskim postrojenjima i biološke postupke;
- *Metode izdvajanja i daljeg korišćenja isparljivih jedinjenja*, koje uključuju apsorpciju, adsorpciju, kondenzaciju i membranske postupke.

Na osnovu pregleda raspoložive literature, može se zaključiti da su sistemi za rekuperaciju organskih jedinjenja najčešće u primeni, jer pružaju mogućnost ponovnog korišćenja izdvojenih jedinjenja. Kao najvažnija tehnika izdvaja se adsorpcija, praćena membranskom separacijom i kondenzacijom na niskoj temperaturi, koja je uglavnom ograničena na izdvajanje rastvarača zbog velikih energetskih troškova. Apsorpcija se primenjuje u malom procentu, dok je primena biohemijskih metoda, iako omogućuju manju potrošnju energije i niže troškove rada postrojenja, uglavnom ograničena na uklanjanje neprijatnih mirisa zbog selektivnosti i osetljivosti na promenu koncentracije VOC.

Termičko sagorevanje VOC na visokim temperaturama je pogodan proces za tretman otpadnih gasnih struja koje sadrže velike koncentracije VOC. Naime, bilo koje organsko jedinjenje se može oksidovati do ugljendioksida i vode na dovoljno visokoj temperaturi i uz prisustvo dovoljne količine kiseonika. Međutim, primenu ovog procesa prate određeni nedostaci. Ovakva postrojenja karakterišu visoki

operativni i kapitalni troškovi, a imaju i niz specifičnih zahteva u pogledu instalacije i sigurnosnih mera. Osim toga, neki od produkata termičkog sagorevanja VOC mogu biti jako toksični, kao što su polihlorovani dioksini i furani.

Nedostaci termičkog sagorevanja prevazilaze se primenom procesa katalitičkog sagorevanja, utvrđivanjem optimalnih uslova rada i razvojem izrazito selektivnih i aktivnih katalizatora. Po dizajnu, i u eksploataciji, katalitički insineratori su slični termičkim insineratorima, s tim da se kod njih koristi katalizator za pospešivanje procesa sagorevanja. Karakteriše ih velika efikasnost, u nekim slučajevima i preko 99%. Otuda se primenom ovih uređaja postiže ušteda u prostoru i dodatnom gorivu za sagorevanje, a i minimizuje nastajanje NOx.

Zbog niza prednosti, koje ima nad drugim tehnikama za uklanjanje VOC, stiže se utisak da je katalitičko sagorevanje izrazito pogodna tehnika za tretman otpadnih gasnih struja koje ih sadrže, posebno za tretman struja sa niskim sadržajem VOC. Takođe, ovakvi uređaji pružaju i mogućnost racionalizacije potrošnje energije, rekuperacijom nastale toplote prilikom sagorevanja i njenom daljem iskorišćenju, što je danas jedan od najvažnijih aspekata proizvodnje.

4. Opis i mogućnost primene tehničkog rešenja

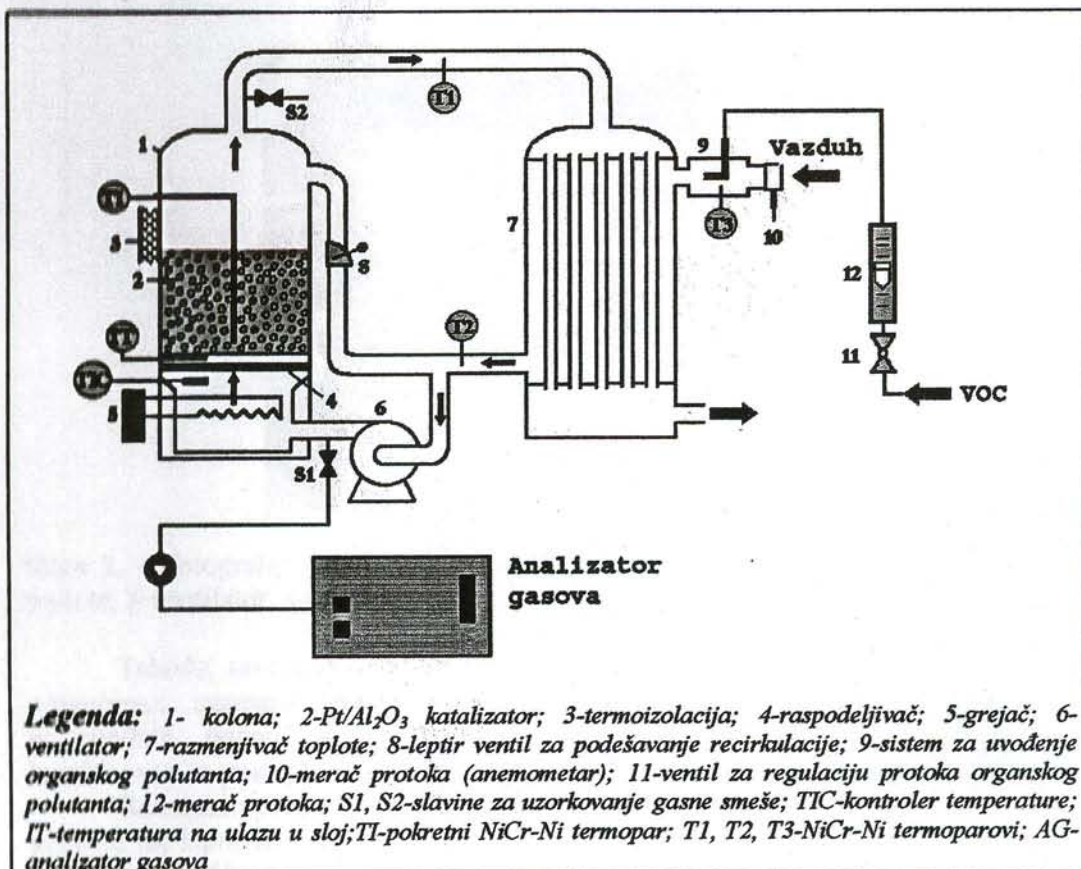
Kao što je već napomenuto, efikasnost uklanjanja isparljivih organskih jedinjenja zavisi od njihovih fizičkih i hemijskih karakteristika, kao i od karakteristika gasne struje u kojoj se nalaze. U cilju ispitivanja procesa katalitičke oksidacije organskih polutanata u reaktoru sa pakovanim (nepokretnim) slojem zrnastog katalizatora, lakšeg definisanja optimalnih uslova procesa i prikupljanja što pouzdanijih parametara za projektovanje novih i optimizaciju postojećih uređaja za tretman otpadnih gasnih struja koje sadrže organska jedinjenja izrađen je *Laboratorijski uređaj za ispitivanje procesa uklanjanja isparljivih organskih jedinjenja iz otpadnih gasova*. Uređaj je projektovan na osnovu prethodnih laboratorijskih ispitivanja, a njegova opšta tehnološka šema prikazana je na slici 1. Namena uređaja je da omogući testiranje procesa katalitičke oksidacije velikog broja organskih polutanata pod realnim industrijskim uslovima, ispitivanja različitih sistema nosač/katalizator i ispitivanja mogućnosti primene procesa katalitičke oksidacije u sklopu kompleksijih, kombinovanih procesa.

Laboratorijski uređaj se sastoji od reaktora od nerđajućeg čelika prečnika 315 mm (1), u kome se na perforiranom nosaču nalazi pakovani sloj katalizatora (2); cevnog razmenjivača toplote (7); ventilatora (6); električnog predgrejača ulazne gasne smeše (5) koji je spregnut sa regulatorom temperature (TIC) i komore za razblaživanje gasovitih polutanata vazduhom (9). Reaktor, razmenjivač toplote i cevovodi su termički izolovani (3).

Protok vazduha reguliše se leptirastim ventilima (8), a meri digitalnim anemometrom (10). Izborom protoka gasovitog organskog polutanta iz boce pod pritiskom (13) i protoka vazduha za razblaživanje podešava se koncentracija VOC u reakcionoj smeši. Sastav gasne smeše na ulazu i izlazu iz katalitičkog reaktora analizira se pomoću analizatora gasova.

Uzimanje uzoraka gasne smeše za analizu sastava ostvaruje se pomoću slavina (S1) i (S2). Temperatura se registruje na karakterističnim mestima postrojenja, označenim sa T1 do T3 na slici 3, korišćenjem NiCr-Ni termoparova povezanih preko mehaničkog birača sa digitalnim meračem temperature. Merenje aksijalnog temperaturnog profila u sloju katalizatora omogućeno je pomeranjem termopara

(memo mesto TI) duž čelične cevi (ϕ 4/3 mm) koja je fiksirana u osi reaktora. Radi što ravnomernije raspodele protoka gasa, ispred sloja katalizatora je postavljen distributor (4) koji se sastoji od dve paralelne ploče sa po 20 otvora (ϕ 15 mm), na međusobnom rastojanju od 20 mm.

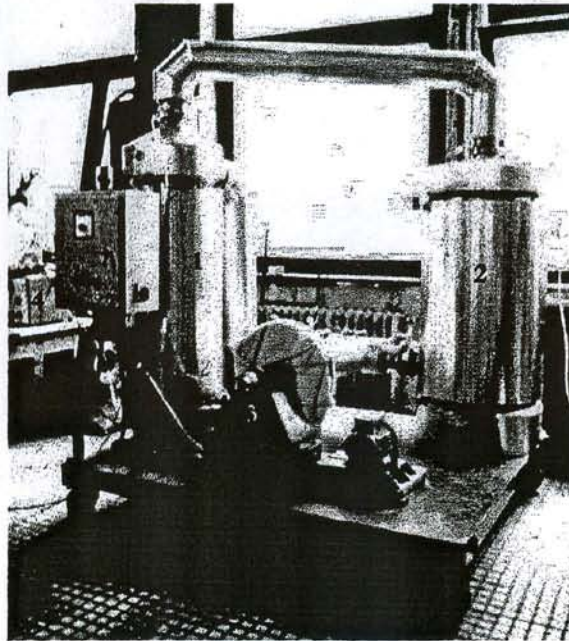


Slika 1. - Šematski prikaz laboratorijskog uređaja

Treba imati u vidu da se u određenim lokalnim uslovima pojavljuje potreba da se procesni gas razblaži vazduhom i tako, koncentracije zagađujućih materija dovedu na maksimalno dozvoljenu bezbednu koncentraciju na ulazu u sistem. Vazduh sa podešenim sadržajem VOC se uvodi u razmenjivač toplote, gde se predgreva na račun toplote izlaznih gasova iz reaktora, a zatim se ventilatorom potiskuje u električni predgrejač. Sistem za indikaciju i kontrolu temperature (TIC) obezbeđuje konstantnu zadatu vrednost temperature ulazne reakcione smeše u katalitički reaktor. Izlazni gasovi iz reaktora se uvode u rekuperator toplote, a zatim u atmosferu.

Na slici 2. prikazana je fotografija laboratorijskog uređaja za ispitivanje procesa uklanjanja isparljivih organskih jedinjenja iz otpadnih gasova. Postrojenje može da radi u režimu sa običnom rekuperacijom toplote u razmenjivaču kao i u režimu delimične recirkulacije produkata sagorevanja.

Na laboratorijskom uređaju do sada su izvršena eksperimentalna ispitivanja katalitičkog sagorevanja ksilena u pakovanom sloju Pt/Al₂O₃ katalizatora. Pri ulaznoj temperaturi reakcione smeše iznad temperature iniciranja reakcije (200°C) rad reaktora je bio veoma efikasan, pri čemu su se ostvarivali stepeni konverzije (uklanjanja) od preko 99%.



Slika 2. - Fotografija laboratorijskog uređaja (1- katalitički reaktor; 2-razmenjivač toplote; 3-ventilator; 4-gasni hromatograf)

Takođe, uređaj je korišćen i u sklopu kompleksnijeg sistema, za ispitivanja mogućnosti tretmana tečnog otpada kontaminiranog sa VOC, koji potiče iz proizvodnih pogona u hemijskoj, farmaceutskoj i prehrambenoj industriji, kombinovanim postupkom isparavanja i katalitičkog sagorevanja.

Rezultati preliminarnih ispitivanja se poklapaju sa očekivanim vrednostima i ukazuju na ispravno tehnološko rešenje. Laboratorijski uređaj će omogućiti razvoj novih visokoefikasnih sistema za tretman otpadnih industrijskih tokova koji sadrže VOC, a istovremeno istraživanjem u ovoj oblasti promovisaće se primena savremenih svetskih tehnologija za zaštitu i očuvanje životne sredine.

5. Prilog - Ostali rezultati vezani za razvoj i primenu tehničkog rešenja

- Aleksandar R. Ćosović, „Ispitivanje uklanjanja tečnog otpada kombinovanim postupkom isparavanja i katalitičkog sagorevanja“, Magistarska teza, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2008.
- Aleksandar Ćosović, Jelena Avdalović, Vladimir Adamović, Zorica Lopičić, Tatjana Šoštarić, *Uklanjanje isparljivih organskih jedinjenja iz otpadnih gasnih tokova*, IV Simpozijum „Reciklažne tehnologije i održivi razvoj“, 3.-6.11.2009, Kladovo, Srbija, 476-481.
- Aleksandar Ćosović, Vladimir Adamović, Jelena Avdalović, Željko Grbavčić, „Uklanjanje ksilola iz vodenog rastvora kombinovanim procesom isparavanja i katalitičkog sagorevanja“, XLVIII Savetovanje Srpskog hemijskog društva, Novi Sad 2010, Zbornik radova, str. 56.-59.

Naučnom veću Instituta za tehnologiju nuklearnih
i drugih mineralnih sirovina

Beograd

Franša d Eperea 86

Predmet: Recenzija tehničkog rešenja «Laboratorijski uređaj za ispitivanje procesa uklanjanja isparljivih organskih jedinjenja (VOC) iz otpadnih gasova», autora :

mr Aleksandara Čosovića, dipl. ing, istraživač saradnika, Zorice Lopičić, dipl. ing, istraživač saradnika, mr Tatjane Šoštarić, dipl. biolog, istraživač saradnika, mr Jelene Avdalović, dipl. ing, istraživač saradnika i Vladimira Adamovića, dipl. ing, istraživač saradnika, prezentirano je na 8 strana u okviru 5 poglavlja.

U prvom poglavlju – «**Predmet**» navedeneo je tehničko rešenje proisteklo angažovanjem njegovih autora u realizaciji projekta Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Radi se o laboratorijskom uređaju za ispitivanje procesa uklanjanja isparljivih organskih jedinjenja (VOC) iz otpadnih gasova, realizovano kao novo laboratorijsko postrojenje, i spada u kategoriju „novo laboratorijsko postrojenje, novo eksperimentalno postrojenje, novi tehnološki postupak“, klasifikovano kao rezultat M83.

U drugom poglavlju «Oblast na koju se odnosi tehničko rešenje i problem koji se rešava ovim tehničkim rešenjem»

Isparljiva organska jedinjenja su česti polutanti, emituju se tokom različitih industrijskih procesa (procesi sagorevanja, različiti procesi u naftnoj i petrohemijskoj industriji), u poljoprivredi, u saobraćaju i iz drugih izvora. Veoma su toksična, a često ispoljavaju kancerogena, mutagena i teratogena dejstva na živi svet. Takođe, reaguju i sa drugim jedinjenjima prisutnim u atmosferi, dajući kao proizvode reakcije sekundarne polutante i reakcione intermedijere. Štetno dejstvo ovih polutanata ogleda se i u narušavanju prirodnog protolitickog ciklusa azotnih oksida, što utiče na poremećaj ravnotežne koncentracije ozona u atmosferi.

Sve strožiji zahtevi u pogledu očuvanja kvaliteta životne sredine, kao jedno od rešenja, nameću primenu tehnika za smanjenje koncentracije ili uklanjanje ovih polutanata iz otpadnih gasnih i tečnih struja. Svako, od više stotina jedinjenja koja pripadaju grupi isparljivih organskih jedinjenja, ima svoja individualna svojstva i karakteristike, tako da efikasnost procesa izdvajanja i uklanjanja datog jedinjenja zavisi prvenstveno od njegovih fizičkih i hemijskih karakteristika. Takođe, na efikasnost utiču i karakteristike gasne struje koja nosi ove polutante. Smanjenje emisije se ostvaruje primenom tehnika koje omogućavaju ponovno iskorišćenje para VOC, separacijom ovih jedinjenja iz otpadnih tokova rekompresijom, kondenzacijom, adsorpcijom ili apsorpcijom. Uklanjanje se ostvaruje uglavnom sagorevanjem, kao direktnom termičkom ili katalitičkom oksidacijom.

U trećem poglavlju –«**Stanje rešenosti problema u svetu**» pregledom raspoložive literature, utvrđeno je da se komercijalne metode kontrole emisije isparljivih organskih jedinjenja iz stacionarnih izvora dele u dve osnovne grupe:

- *Metode destrukcije (spaljivanja)*, koje uključuju termičko spaljivanje, katalitičko sagorevanje, spaljivanje u plamenu, u kotlovskim postrojenjima i biološke postupke;
- *Metode izdvajanja i daljeg korišćenja isparljivih jedinjenja*, koje uključuju apsorpciju, adsorpciju, kondenzaciju i membranske postupke.

Na osnovu pregleda raspoložive literature, može se zaključiti da su sistemi za rekuperaciju organskih jedinjenja najčešće u primeni, jer pružaju mogućnost ponovnog korišćenja izdvojenih jedinjenja. Kao najvažnija tehnika izdvaja se adsorpcija, praćena membranskom separacijom i kondenzacijom na niskoj temperaturi, koja je uglavnom ograničena na izdvajanje rastvarača zbog velikih energetskih troškova. Apsorpcija se primenjuje u malom procentu, dok je primena biohemijskih metoda, iako omogućuju manju potrošnju energije i niže troškove rada postrojenja, uglavnom ograničena na uklanjanje neprijatnih mirisa zbog selektivnosti i osetljivosti na promenu koncentracije VOC.

U poglavlju 4 – «**Opis i mogućnosti primene tehničkog rešenja**», dat je detaljan opis i karakteristike tehničkog rešenja i kako je realizovan.

U cilju ispitivanja procesa katalitičke oksidacije organskih polutanata u reaktoru sa pakovanim (nepokretnim) slojem zrnastog katalizatora, lakšeg definisanja optimalnih uslova procesa i prikupljanja što pouzdanijih parametara za projektovanje novih i optimizaciju postojećih uređaja za tretman otpadnih gasnih struja koje sadrže organska jedinjenja izrađen je *Laboratorijski uređaj za ispitivanje procesa uklanjanja isparljivih organskih jedinjenja iz otpadnih gasova*. Uređaj je projektovan na osnovu prethodnih laboratorijskih ispitivanja, a njegova opšta tehnološka šema prikazana je na slici 1. Namena uređaja je da omogući testiranje procesa katalitičke oksidacije velikog broja organskih polutanata pod realnim industrijskim uslovima, ispitivanja različitih sistema nosač/katalizator i ispitivanja mogućnosti primene procesa katalitičke oksidacije u sklopu kompleksijih, kombinovanih procesa.

Na slici 2. prikazana je fotografija laboratorijskog uređaja za ispitivanje procesa uklanjanja isparljivih organskih jedinjenja iz otpadnih gasova. Postrojenje može da radi u režimu sa običnom rekuperacijom toplote u razmenjivaču kao i u režimu delimične recirkulacije produkata sagorevanja.

Na laboratorijskom uređaju do sada su izvršena eksperimentalna ispitivanja katalitičkog sagorevanja ksilena u pakovanom sloju Pt/Al₂O₃ katalizatora. Pri ulaznoj temperaturi reakcione smeše iznad temperature iniciranja reakcije (200°C) rad reaktora je bio veoma efikasan, pri čemu su se ostvarivali stepeni konverzije (uklanjanja) od preko 99%.

Zaljučak i predlog

Predloženo tehničko rešenje predstavlja rezultat naučno istraživačkog rada njegovih autora, koji je verifikovan kroz prihvaćene izveštaje o realizaciji projekta Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Tekstualna dokumentacija tehničkog rešenja pripremljena je u skladu sa Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata koje je doneo Nacionalni savet za naučni i tehnološki razvoj (SI.GI.RS. 38/08). Date su potrebne informacije o oblasti na koje se tehničko rešenje odnosi i koji se problem njegovom primenom rešava, sa osvrtom na stanje

njegove rešenosti u svetu. Takođe su prikazana ispitivanja vezana za proces koji je prethodio razvoju tehničkog rešenja.

Imajući u vidu kvalitet izvršenih ispitivanja i kvalitet predloženog tehničkog rešenja, a posebno njegovu aktuelnost sa aspekta zaštite životne sredine, predlažem Naučnom veću ITNMS da predloženo tehničko rešenje verifikuje i svrsta u kategoriju koju su predložili autori: M83 – novo laboratorijsko postrojenje, novo eksperimentalno postrojenje, novi tehnološki postupak

Beograd, 2.06.2010.

Recenzent



Prof. Dr. Željko Grbavčić,
Tehnološko-metalurški fakultet,
Beograd

Naučnom veću Instituta za tehnologiju
nuklearnih i drugih mineralnih sirovina

Beograd
Franša d Eperea 86

Predmet: Recenzija tehničkog rešenja „Laboratorijski uređaj za ispitivanje procesa
uklanjanja isparljivih organskih jedinjenja iz otpadnih gasova“

Tehničko rešenje je namenjeno za ispitivanje procesa uklanjanja isparljivih organskih jedinjenja katalitičkim sagorevanjem u reaktoru sa pakovanim slojem katalizatora. Na osnovu prethodnih ispitivanja na laboratorijskom nivou, poznatih fizičko-hemijskih zavisnosti i inženjerskih principa, konstruisan je novi laboratorijski uređaj (rezultat kategorije M₈₃), od strane autora:

mr Aleksandara Čosovića, dipl. ing, istraživač saradnika,
Zorice Lopičić, dipl. ing, istraživač saradnika,
mr Tatjane Šoštarić, dipl. biolog, istraživač saradnika,
mr Jelene Avdalović, dipl. ing, istraživač saradnika i
Vladimira Adamovića, dipl. ing, istraživač saradnika.

Tehničko rešenje je predstavljeno u formi elaborata, kroz pet poglavlja u kojima su koncizno izneseni predmet rešenja i oblast na koju se tehničko rešenje odnosi, problem koji se njime rešava i mogućnosti njegove primene. Takođe, dat je i detaljan opis samog laboratorijskog uređaja.

Kako je istaknuto u poglavlju 1, pomenuto tehničko rešenje razvijeno je na osnovu, i za potrebe, istraživanja u oblasti zaštite životne sredine sprovedenih u okviru realizacije projekta TR 21020, koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

U poglavlju 2. ukazano je na sve veći problem zagađivanja vazduha isparljivim organskim jedinjenjima i štetan uticaj koji imaju na životnu sredinu. Ukratko je dat i pregled tehnika za izdvajanje i uklanjanje VOC i ukazano na njihova ograničenja u pogledu primene za određena jedinjenja i opseg operativnih uslova. Katalitička oksidacija je izdvojena kao jedan od najpogodnijih pristupa u rešavanju pitanja prečišćavanja otpadnih gasnih tokova koji sadrže VOC i pobrojane su prednosti ovog procesa. Predstavljeni su parametri ovog procesa i njihov uticaj na efikasnost, a istaknuta je i neophodnost poznavanja njihovih vrednosti u realnim industrijskim uslovima.

Stanje rešenosti problema u svetu opisano je u poglavlju 3. Kako se iz izloženog može videti, monitoring i smanjenje emisije VOC u velikom broju zemalja, zavisno od stepena industrijskog razvoja, prate velika finansijska ulaganja. Otuda se javlja i potreba za razvojem i primenom novih ekonomski isplativih i visokoefikasnih tehnika uklanjanja i smanjenja emisije ovih polutanata. U domenu izabrane tehnike ukazano je na veliki značaj empirijskog iskustva i na neophodnost detaljnijih ispitivanja za konkretne slučajeve koji se javljaju u praksi.

U četvrtom poglavlju opisan je laboratorijski uređaj za ispitivanje procesa uklanjanja isparljivih organskih jedinjenja. U opisu su date karakteristike uređaja, dimenzije i kapacitet, prodiskutovana je namena i dat predlog mogućih konfiguracija u kojima se može koristiti. U okviru poglavlja data je i uprošćena tehnološka šema i fotografija laboratorijskog uređaja. Uređaj je konstruisan za potrebe ispitivanja procesa katalitičke oksidacije organskih polutanata u reaktoru sa pakovanim (nepokretnim) slojem zrnastog katalizatora. Obezbeđuje lakše definisanje optimalnih uslova procesa i prikupljanje što pouzdanijih parametara za projektovanje novih i optimizaciju postojećih uređaja za tretman otpadnih gasnih struja koje sadrže organska jedinjenja. Ovaj uređaj omogućava ispitivanja procesa uklanjanja velikog broja isparljivih organskih jedinjenja, kao i ispitivanja različitih tipova sistema nosač/katalizator. Omogućava simulaciju realnih uslova u pogledu koncentracije ispitivanog jedinjenja, sastava struje gasa i temperaturnih uslova. Na osnovu priloženog može se zaključiti da se radi o veoma kompaktnom i praktičnom uređaju, jednostavnom za korišćenje koji se, zahvaljujući modularnom dizajnu, može lako povezivati i integrisati u veća, kompleksnija postrojenja. Takođe, u ovom poglavlju dati su i optimalni uslovi i performanse uređaja za sagorevanje ksilola na Pt/Al₂O₃ katalizatoru.

U prilogu (poglavlje 5) navedeno je nekoliko rezultata proisteklih iz ispitivanja sprovedenih na ovom laboratorijskom uređaju.

Zaključak i predlog

Tehničko rešenje „Laboratorijski uređaj za ispitivanje procesa uklanjanja isparljivih organskih jedinjenja iz otpadnih gasova“ predstavlja rezultat naučno istraživačkog rada njegovih autora. Navedeno tehničko rešenje je verifikovano kroz prihvaćene izveštaje o realizaciji projekta Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije u predhodnom periodu.

Dokumentacija tehničkog rešenja pripremljena je u skladu sa Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata, koje je doneo Nacionalni savet za naučni i tehnološki razvoj (Sl.Gl.RS. 38/08). U elaboratu su date potrebne informacije o oblasti na koje se tehničko rešenje odnosi i koji se problem njegovom primenom rešava, sa osvrtom na stanje njegove rešenosti u svetu. Takođe, prikazan je i deo ispitivanja vezanih za primenu laboratorijskog uređaja samostalno i u sklopu većeg, kompleksnijeg sistema.

Polazeći od značaja tehnološkog rešenja, a posebno njegove aktuelnosti sa aspekta zaštite životne sredine, predlažem Naučnom veću ITNMS da predloženo tehničko rešenje verifikuje i svrsta u kategoriju koju su predložili autori: M₈₃ – novo laboratorijsko postrojenje, novo eksperimentalno postrojenje, novi tehnološki postupak.

Beograd, 16.06.2010.

Recenzent



Prof. Dr Srđan Pejanović
Tehnološko-metalurški fakultet
Beograd



AD RUDNIK I FLOTACIJA "RUDNIK"

MIŠE MIHAJLOVIĆA BR. 2

Predmet: Ocena korisnika istraživanja

Firma A.D. Rudnik i flotacija „Rudnik“ – Rudnik je korisnik istraživanja rezultata projekta TR 21020 „Razvoj postupaka, metoda i materijala za prečišćavanje otpadnih industrijskih gasnih tokova i praćenje uticaja na životnu sredinu“, koji se realizuje u periodu 2008-2010. godine. U toku ispitivanja, koja su delom sprovedena i u našoj firmi, korišćeno je tehničko rešenje: „Laboratorijski uređaj za ispitivanje procesa uklanjanja isparljivih organskih jedinjenja (VOC) iz otpadnih gasova“ koje je nastalo kao rezultat rada na ovom projektu. Ovim putem izražavam interesovanje za korišćenje rezultata tih ispitivanja i podržavamo nastavak rada na projektu i u 2010. godini.

27.10.2010.
Rudnik

b. b. 
Obrenovska Ljiljana dipl. inžen.
savetnik za tehnologiju



t.r. 265-1100310004093-89 raiffeisen bank- Beograd , PIB 100886978
TELEFONSKA CENTRALA 741-122, KOMERCIJALNA SLUŽBA 741-094 ,RUK.FIN.PL.SL. 741-506,
FAKS 032/741-287, e-mail: ailic@alfagm.net