

**XI YUCORR**

**INTERNATIONAL CONFERENCE**

**PROCEEDINGS**

**COOPERATION OF RESEARCHES OF DIFFERENT  
BRANCHES IN THE FIELDS OF CORROSION,  
MATERIALS PROTECTION AND  
ENVIRONMENTAL PROTECTION**

**KNJIGA RADOVA**

**SARADNJA ISTRAŽIVAČA RAZLIČITIH  
STRUKA NA PODRUČJU KOROZIJE,  
ZAŠTITE MATERIJALA I ŽIVOTNE SREDINE**

*Pod pokroviteljstvom*

**MINISTARSTVA ZA NAUKU I TEHNOLOŠKI RAZVOJ  
REPUBLIKE SRBIJE**

*Under auspices of*

**MINISTRY OF SCIENCE AND TECHNOLOGICAL  
DEVELOPMENT REPUBLIC OF SERBIA**

**TARA, 17. 05. - 20. 05. 2009.**

NAUČNO-STRUČNI SIMPOZIJUM X YUCORR

IZDAVAČ

SAVEZ INŽENJERA SRBIJE ZA ZAŠTITU  
MATERIJALA (SITZAMS), 11000 BEOGRAD,  
KNEZA MILOŠA 7a/II, tel/fax: +381 11 3230 028  
E-mail: sitzams@eunet.rs  
www.sitzam.org.rs

ZA IZDAVAČA

Prof. dr MIOMIR PAVLOVIĆ, predsednik SITZAMS

ORGANIZACIONI ODBOR

Prof. dr Časlav Lačnjevac, prof. dr Miomir Pavlović, dr Vladimir Panić, dr Nebojša  
Nikolić, dr Miodrag Stojanović, Zagorka Bešić, dipl inž., Miomirka Anđić, dipl. inž.,

UREDNICI

Prof. dr Miomir Pavlović  
Prof. dr Časlav Lačnjevac

OBLAST

KOROZIJA I ZAŠTITA MATERIJALA

GODINA IZDANJA: 2009.

KOMPJUTERSKA OBRADA

Dušan Karadžić

ŠTAMPA

„FOTO FUTURA“  
E-mail: karadzici@nadlanu.com

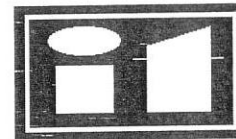
TIRAŽ

300 primeraka

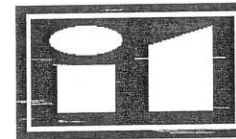
ISBN 978-86-82343-

Autori snose punu odgovornost za originalnost  
i sadržaj sopstvenih radova

XI YUCORR ORGANIZERS ARE  
ORGANIZATORI XI YUCORR-a



SERBIAN SOCIETY OF MATERIALS PROTECTION, BELGRADE



ENGINEERS SOCIETY OF CORROSION, BELGRADE



INSTITUTE OF CHEMISTRY, TECHNOLOGY AND METALLURGY,  
BELGRADE



YUGOSLAV ACADEMY OF ENGINEERING



SERBIAN CHAMBER OF ENGINEERS

## SADRŽAJ

### PLENARNA PREDAVANJA

ANODNI PROCESI NA TITANU AKTIVIRANOM OKSIDNIM PREVLAKAMA Branislav Ž. Nikolić .....	15
KOROZIJA I TRAJNOST BETONA Zoran Grdić .....	17
OUT OF EQUILIBRIUM PATTERN FORMATION: MODELS VS. EXPERIMENTS Vesselin Tonchev .....	28
NANOSTRUCTURED MATERIALS - MULTIWAL CARBON NANOTUBES Aleksandar T. Dimitrov .....	29
POVRŠINSKI AKTIVNE SUPSTANCE Regina Fuchs-Godec .....	30

### PREDAVANJA PO POZIVU

EKOLOGIJA PRE EKOLOGIJE: ELEMENTI ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE U KOROZIONOJ PRAKSI Svetomir Hadži Jordanov, .....	43
MOGUĆNOST RECIKLIRANJA I PONOVNE PRIMENE ČVRSTOG GRADEVINSKOG OTPADA Dragica Jevtić .....	45
UTICAJ KOROZIONE SREDINE NA BRZINU KOROZIJE ČELIKA U BETONU Goran M. Radenković, Dušan Lj. Petković .....	54
NEOPHODNA STRATEGIJA UBLAŽAVANJA PROBLEMA ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE Petar V. Ilić .....	59
OSVRT NA 17. MEĐUNARODNI KONGRES O KOROZIJI Ivan Esih .....	66
STANJE ZAŠTITE OD KOROZIJE PREDSTAVLJENO NA PRIMERIMA METALNIH KONSTRUKCIJA U EKSPLOATACIJI Mirosljub Trifunović, Branislav Stanislavljević .....	75

### LECTURES/PREDAVANJA

KOROZIONE KARAKTERISTIKE OLOVA U HIDROMETALURŠKOJ PROIZVODNJI CINKA D. D. Stanojević, M.B. Rajković, D.V. Tošković .....	85
OCENA KOROZIJE ARMATURE U BETONU NEDESTRUKTIVNOM METODOM UPOTREBOM INSTRUMENTA CANIN Zoran Grdić, Gordana Topličić-Čurčić, Iva Despotović, Nenad Ristić .....	90
MERE ZA PREVENCIJU ABRAZIJE HIDROTEHNIČKIH BETONA Nenad Ristić, Zoran Grdić, Jelena Marković-Branković, Gordana Topličić-Čurčić, Iva Despotović .....	95
UZROCI KOROZIJE I SANACIJA BETONA ULAZNOG OBJEKTA SISTEMA HE „VRLA” 100 Zoran Grdić, Gordana Topličić-Čurčić, Dragan Zlatkov, Nenad Ristić .....	100
ZNAČAJ TOLERANTNOSTI ŠEĆERNE REPE PREMA BOLESTIMA SA STANOVIŠTA ZAŠTITE AGROEKOSISTEMA OD ZAGADJENJA Radivojević Stevan, Kabić Dragica, Filipović Vlada, Jaćimović Goran .....	105
UZROCI I POSLEDICE KOROZIONIH OŠTEĆENJA ČELIČNIH SFERNIH REZERVOARA I CEVOVODA U HEMIJSKOJ INDUSTRIJI Vujadin Aleksić .....	109
EKSPERIMENTALNO ISPITIVANJE JONSKE IZMENE NA CIRKONIJUMFOSFATU Ilić, P., Pereligin, I., Pekarek, V. ....	115
PROIZVODNJA BIOGASA IZ SVINJSKOG STAJNJAKA I KLANIČNIH OTPADAKA NA FARMI IHAN Simon Guštin, Marko Verbić, Dora Ilić .....	122
THE MINERALOGICAL CONTENT AND THE MANIFESTATION OF ALKALI-SILICA REACTION IN CONCRETES PREPARED BY ERZENI RIVERBED AGGREGATES Jozefita Marku, Marie Konji, Teuta Dilo, Shqiponja Caja .....	129
INVESTIGATION ON INHIBITIVE EFFECT OF SODIUM BENZOATE AND BUFFER PHOSPHATE	

Alberta Llabani .....	135
XPS INVESTIGATION OF CORROSION OF CARBON STEEL IN CO <sub>2</sub> MEDIUM Alberta Llabani .....	140
POJAVA NAPONSKO-KOROZIONIH PRSLINA U ZUT-U ZAVARENOG SPOJA NERĐAJUĆIH ČELIKA MARTENZITNOG TIPA I U ZUT-U NERĐAJUĆEG ČELIKA AUSTENITNOG TIPA U NEUTRALNOM RASTVORU NaCl PRI TEMPERATURI OD 80°C Goran Radenković, Igor Anđelković .....	145
KOMPOSTIRANJE BIO-OTPADA U ZATVORENIM SISTEMIMA (HERHOF-komore) Veljko Dukić .....	146
SPECIFIČNOSTI ZAVARIVANJA NERĐAJUĆIH ČELIKA SA ASPEKTA KOROZIONOG DELOVANJA B.B. Pejović, M.V.Tomić, V.M. Mičić, P. Milanović, M.G. Pavlović .....	152
DEKORATIVNE I TEHNIČKE PREVLAKE KALAJA I LEGURA KALAJA Momir Đurović .....	158
ANTIKOROZIONA ZAŠTITA TERMOENERGETSKIH POSTROJENJA PRIMENOM SISTEMA PREMAZA Jagodinka Mitić .....	165
KOROZIONA PROBLEMATIKA U POGONIMA TOPIONICE I RAFINACIJE BAKRA U BORU Zoran Avramović, Milan Anđonijević .....	171
INERTIZACIJA GALVANSKOG MULJA POMOŽU KALCIJ OKSIDA, AKTIVNOG UGLJENA I FOSFORNE KISELINE Višnja Oreščanin, Nenad Mikulić, Ivanka Lovrenčić, Štefica Kampić, Gordana Medunić .....	178
ISPITIVANJE KOROZIONIH KARAKTERISTIKA LEGURA NA BAZI AL-ZN NAMIJENJENIH ZA PROTEKTORSKU ZAŠTITU J. Pješčić, D. Radonjić, D. Vuksanović, B. Jordović, Lj. Samardžić .....	183
SANACIJA POSTOJEĆEG SMETLIŠTA I MOGUĆNOST IZGRADNJE REGIONALNE SANITARNE DEPONIJE NA LOKACIJI „VASOV DO” – OPŠTINA BERANE D. Radonjić, D. Vuksanović, P. Živković, J. Pješčić .....	190
ISPITIVANJE UTICAJA SADRŽAJA BAKRA I MAGNEZIJUMA NA MEHANIČKE OSOBINE I KOROZIONO PONAŠANJE LIVENIH LEGURA ALUMINIJUMA D. Radonjić, J. Pješčić, D. Vuksanović, Lj. Pavlović, Z. Cvijović .....	196
ADEKVATNA PRIPREMA VODE KAO NAČIN SPREČAVANJA KOROZIJE U TERMOENERGETSKIM POSTROJENJIMA M.V. Tomić, M.G. Pavlović, G. Tadić, Lj.J. Pavlović, D. Kulić .....	201
ANALIZA KVALITETA VODE RJEKE VRBAS NA PODRUČJU GRADA BANJALUKE U SKLOPU IZRADE LOKALNOG EKOLOŠKOG AKCIONOG PLANA (LEAP) Nebojša Knežević, Siniša Cukut, Saša Dunović, Mr. Vinko Lazić .....	208
OČUVANJE INTEGRITETA UKOPANIH GASOVODA OD KOROZIJE Ljiljana Dunderski .....	215
POJAVA ISCVETAVANJA RASTVORNIH SOLI NA ZIDOVIMA OD OPEKA - POSTUPCI I SREDSTVA ZA ČIŠĆENJE I ZAŠTITU ZIDOVA Radimir Vasić .....	220
IZBOR PREVLAKA CINKA ZA ZAŠTITU ČELIKA U RAZLIČITIM SREDINAMA Bisenija Petrović, Vojka Gardić, Minja Savić .....	226
NAJVAŽNIJI PRINCIPI U UPRAVLJANJU KOMUNALNIM OTPADOM I EFEKTI NJIHOVE PRIMENE Slobodanka Tubić, Mirosljub Trifunović, Tatjana Stefanović .....	231
PREVENTIVNA ZAŠTITA PODVODNIH OBJEKATA Siniša Borojević, Miloš Feldić .....	240
SVETLOSNA MIKROKOPIJA INTERKRISTALNE KOROZIJE KOD LEGURA ZLATNOG NAKITA 585/1000 R.Perić, Z.Karastojković, Z.Kovačević, I.Perić, R.Perić .....	243
ELEKTROKEMIJSKE METODE U ISTRAŽIVANJU POSTOJANOSTI VODORAZRJEDIVIH PREMAZA S VCI INHIBITOROM Vesna Alar, Ivan Juraga, Ivana Mihalic, Frankica Kapor .....	249
CHROMATE-FREE PRETREATMENT FOR METALLIC AND NEMETALIC SURFACES Florentina Manda, Ghimis Maria .....	254

U drugom roku vađenja šećerne repe (polovina oktobra) na mikroogledu u Kuzminu (Tabela 1) utvrđen je veoma visok prosečan prinos korena od 101,33 t/ha. Najviši prinos korena ostvarila je sorta Standard I (111,83 t/ha), takode trostruko tolerantna, a najniži imala je Kontrola I (91,22 t/ha). Ustanovljena ekstremna razlika u ovom pokazatelju, između navedenih sorata, iznosila je 20,61 t/ha ili 18,43 %. Najviši sadržaj šećera u repi, u ovom roku vađenja, ostvarila je sorta Kontrola II od 14,30 %, a najniži imala je Libero od 12,73 %. Ustanovljena ekstremna razlika, u ovom pokazatelju, iznosila je 1,57 % apsolutnih. Ostvarene razlike između ispitivanih sorata, u pogledu ostalih pokazatelja tehnološkog kvaliteta šećerne repe, uglavnom su bile visoke i u korist sorti sa trostrukom tolerancijom. Sa najvišim prinosom kristalnog šećera, u ovom roku vađenja, bila je sorta Merak sa 12,672 t/ha, a zatim su sledile : Maurizio-Rh (12,352 t/ha), Solea-Rh (12,286 t/ha), Standard I-Rh (12,036 t/ha) i druge, a najniži imala je sorta Libero od 10,371 t/ha. Utvrđena ekstremna razlika, u ovom pokazatelju, iznosila je 2,301 t/ha odnosno 18,16 %. Slične rezultate, napred navedenim, dobio je [7].

### Zaključak

Na osnovu izvedenog sortnog mikroogleda sa 12 sorata, koje su sa različitim stepenom tolerantnosti na najznačajnija oboljenja šećerne repe, moguće je zaključiti sledeće:

- sorte sa trostrukom tolerantnošću, ostvarile su kako u prvom, tako u drugom roku, vađenja značajno više prinose korena, bolji tehnološki kvalitet i više prinose kristalnog šećera, u odnosu na one sa manjim stepenom tolerantnosti,
- imajući u vidu da se u Republici Srbiji svake godine zaseje u proseku oko 70 000 ha pod šećernom repom, setvom trostruko tolerantnih sorti na napred navedena oboljenja, manje se zagađuje ekološka sredina, a samim tim čovekovo zdravlje biće manje ugroženo.

### LITERATURA

1. Čačić N., Kovačev L., Mezei S., Nagl N., Rajić M.: *Adaptabilnost i stabilnost NS sorti šećerne repe u različitim agroekološkim uslovima gajenja*, Zbornik radova, Sveska 41, 135-145, Novi Sad, 2005.
2. Büreky K.: *Rhisomania: So stellen Sie Befall fest*, Pflanzenproduktion, Zuckerrübenbau, 45-48, 1995.
3. Jasnić S., Kovačev L., Čačić N., Sklenar P.: *Rasprostranjenost rizomanije šećerne repe u Vojvodini*, Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, sveska 32, 149-156, Novi Sad, 1999.
4. Glatkowski H. und Marlander B.: *Zur Frage der Beeinflussbarkeit von Ertrag und Qualität beim Anbau von Zuckerrüben durch pflanzenbauliche Massnahmen*, Teil 1: Ertragsparameter und Melassebinder, Zuckerindustrie 119, Nr 7, 1994, s. 570-575.
5. Buhre C., Wagner G., Kluth S., Kluth C., Apfelbeck R. und Varrelmann M.: *Resistenz von Zuckerrübensorten als Grundlage einer integrierten Kontrolle der Spaten Rubenfaule (Rhizoctonia solani)*, Zuckerindustrie, 2007.
6. Märländer B.: *Zuckerrüben, Optimierung von Anbauverfahren Zuchtungsfortschritt, Sortenwahl*, Ute Bernhardt - Patzold Druckerei und Verlag, Stadthagen 1991.
7. Koch G: *Genetisch-züchterische Grundlagen des Ertragspotenzials von Zuckerrüben*, Zuckerindustrie 132, 2007, No1, 43-49

## UZROCI I POSLEDICE KOROZIONIH OŠTEĆENJA ČELIČNIH SFERNIH REZERVOARA I CEVOVODA U HEMIJSKOJ INDUSTRIJI

### DAMAGES AND CONSEQUENCE OF CORROSION THE STEEL SPHERICAL STORAGE TANK AND PIPING IN CHEMICAL INDUSTRY

Mr Vujadin Aleksić, istraživač saradnik

*Institut za ispitivanje materijala IMS, Bulevar Vojvode Mišića 43, Beograd, vujadin.aleksic@institutims.rs*

### IZVOD

*U radu je dat prikaz mogućih oštećenja i posledica izazvanih korozijom čeličnih sfernih rezervoara i cevovoda u hemijskoj industriji, a razmotrena je i mogućnost preduzimanja mera da se takve pojave preventivno spreče.*

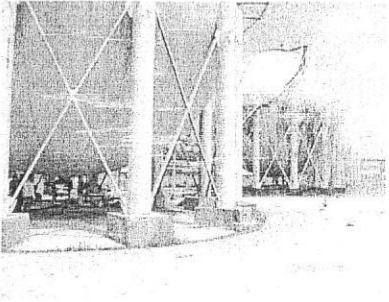
### ABSTRACT

*In this paper is giving illustrate of potentiality damages and consequence of corrosion the steel spherical storage tank and piping in chemical industry and considered might initiate steps in order that phenomena prior to prevent.*

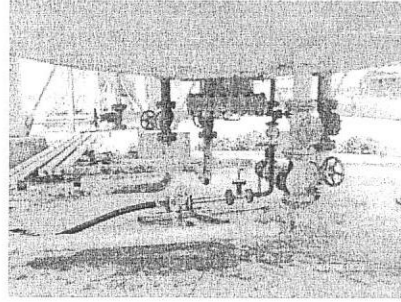
### UVOD

Čelični sferni rezervoari i cevovodi hemijske industrije u SR Srbiji su u veoma lošem stanju zbog neredovnog održavanja. Zbog zapuštenosti na većini čeličnih sfernih rezervoara i cevovoda potrebno je izvršiti sanacije zbog značajnih korozivnih oštećenja. Pre sanacije potrebno je izvršiti vizuelni pregled i ispitivanja metodama bez razaranja. Na osnovu dobijenih rezultata ispitivanja potrebno je uraditi elaborat o trenutnom stanju korozijom oštećene čelične konstrukcije sfernih rezervoara i cevovoda, a zatim pristupiti sanaciji.

Konstrukcija zavisi od radnog fluida za skladištenje odnosno transport-pretakanje, radnog pritiska i temperature kao i eksploatacionih uslova i radne sredine. Na sl.1 prikazane su izvedbe konstrukcija čeličnih sfernih rezervoara i cevovoda.



a) sferni rezervoari



b) cevovodi za pretakanje i punjenje

Slika 1. Čelične konstrukcije sfernih rezervoara i cevovoda u hemijskoj industriji svakodnevno su izložene uticaju spoljne i unutrašnje korozije

## IZRADA ČELIČNIH SFERNIH REZERVOARA I CEVOVODA

Za izradu konstrukcija čeličnih sfernih rezervoara i cevovoda koriste se limovi i cevi odgovarajuće debljine, odnosno prečnika i debljine zida, kao i razni profili u nekom od kvaliteta opštih i sitnozrnih konstrukcionih čelika, čelika za posude pod pritiskom i čelika za cevovode.

Sferni rezervoari i cevovodi izradeni od čeličnih elemenata zahtevaju pri izradi preciznost, veliku pažnju, obučenu i stručnu radnu snagu. Jedan od nedostataka je osetljivost na pojavu unutrašnje i spoljne korozije u uslovima agresivne sredine.

Rezervoar u obliku sfere se izrađuje zavarivanjem segmenata gornjeg i donjeg dela polusfernog omotača sa gornjom i donjom kalotom, koji su takođe izvedeni zavarivanjem prethodno deformacijom oblikovanih limova. Cevovodi se izrađuju zavarivanjem ili spajanjem prirubnicama cevi odgovarajućeg kvaliteta. I jedni i drugi su opremljeni odgovarajućom opremom kao što su manometri, merači nivoa, ventili sigurnosti, ventili za punjenje, pražnjenje i pretakanje i dr.

Sferni rezervoari i cevovodi su, u zavisnosti od agresivnosti fluida, izloženi unutrašnjoj koroziji, odnosno zavisno od uslova okoline i dejstvu spoljne korozije.

## KARAKTERISTIKE KOROZIVNE SREDINE

Trajnost čelika u hemijskoj industriji zavisi od karakteristika korozivne sredine i sposobnosti da se odupre unutrašnjim i spoljašnjim uticajima, čiji karakter i intenzitet zavise od uslova eksploatacije sfernih rezervoara i cevovoda. Unutrašnji uticaj se ogleda kroz namenu i vrstu fluida u sfernim rezervoarima i cevovodima, koji mogu biti različite agresivnosti, otrovnosti i eksplozivnosti, različitih pritisaka, temperatura i protoka. Spoljni uticaj zavisi od vrste, sastava i temperature otpadnih gasova i vazduha koji okružuju predmetne objekte, brzine, protoka i pritiska gasova, kao i praškastih materija u gasnoj struji.

U spoljašnje uticaje, takođe spadaju: hemijsko dejstvo vode – sredine i materije koje su u njoj rastvorene, naizmenično dejstvo promene temperature (koje dovodi do

dilatacionih promena na čeliku), naizmenično vlaženje i sušenje čelika i delovanje rastvorenih soli u kontaminiranoj vodi i njenom isparavanju. Veliki uticaj ima emisija štetnih materija koja je skoro uvek prisutna u okolnoj atmosferi hemijske industrije. Ona sadrži pored viška vazduha uglavnom okside ugljenika, vodonika i sumpora, tj. ugljen monoksid, ugljen dioksid, vodenu paru i sumpor dioksid (gasovi  $O_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $SO_2$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $NO_x$ ,  $H_2S$ ), kao i čestice čvrstih supstanci kao što su  $KCl$ ,  $K_2SO_4$ ,  $(NH_4)_2SO_4$ ,  $CO(NH_2)_2$  i dr. Takođe, sastav otpadnih gasova i čvrstih supstanci, njihova brzina, protok i povećana koncentracija utiču na brzinu korozije i erozije ovih objekata.

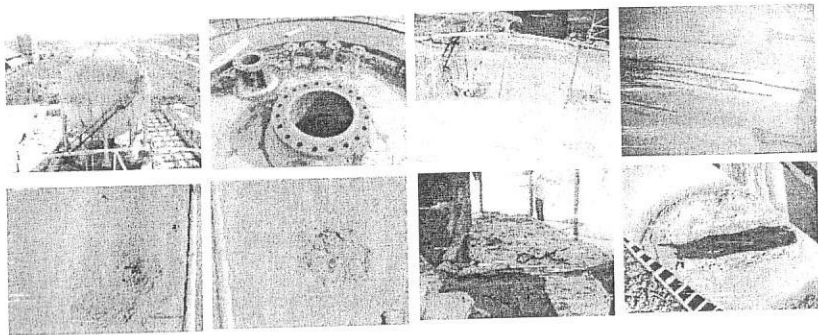
## KOROZIJA ČELIČNIH ELEMENATA SFERNIH REZERVOARA I CEVOVODA

Čelični sferni rezervoari i cevovoda u hemijskoj industriji su pored elektrohemijske korozije, izloženi i delovanju naponske korozije pri delovanju visokih napona zatezanja. U praksi se dešava da čelik ugrađen u sferni rezervoar i cevovod korodira delimično ili potpuno smanjujući poprečni presek, a time i nosivost konstrukcije, a u težim slučajevima može doći i do havarije sa katastrofalnim posledicama za proizvodnju, objekte (sredstva, uređaje), rezultirati štetnim uticajem na vodotokove i zagađenje podzemnih voda, kao i ugroziti ljudske živote.

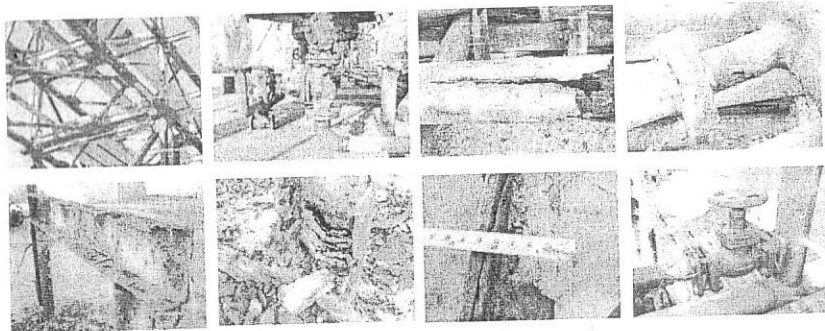
Direktni i indirektni troškovi izazvani korozijom su ogromni. U SAD, ukupni godišnji direktni troškovi od korozije u ovoj industrijskoj oblasti se procenjuje na 1.7 milijardi dolara, što iznosi oko 8 procenata ukupnih glavnih troškova /1/. Nisu pravljeni proračuni indirektnih troškova zaustavljanja proizvodnje usled otkaza ili usled katastrofalnih razaranja, ali se procenjuje da su oni i nekoliko puta veći.

Korozija se manifestuje na sledeći način: pojavom prslina, padom čvrstoće, pojavom bubrenja i gubitkom mase, mrljama od korozije i slabljenjem poprečnog preseka. Vizuelni znakovi razaranja su: erozija, ljuštenje i mrvljenje, drobljenje, omekšavanje, pucanje, kristalizacija, pojava „kokica“. Naročito je opasna mestimična (tačkasta) korozija na delovima konstrukcije koji su izloženi zatezanju. Usled smanjenja poprečnog preseka i velikog stepena naprezanja mestimična oštećenja mogu dovesti do stvaranja prslina i koncentracije napona /2, 3/. Napad korozije može da dovede do značajnog smanjenja mehaničkih osobina čelika što može pod nepovoljnim uslovima predstavljati uvod u lom čeličnih elemenata i to brže ukoliko su naprezanja veća. Lom čeličnih elemenata sfernih rezervoara i cevovoda može biti izazvan i ubrzan sledećim vrstama korozije: rupičastom, interkristalnom naponskom korozijom i vodoničnom krtošću.

Drastični primeri korozivne degradacije konstrukcija sfernih rezervoara i cevovoda prikazani su na fotografijama slike 3.



a) koroziona oštećenja sfernih rezervoara



b) koroziona oštećenja cevovoda

Slika 3. Primeri korozionog oštećenja konstrukcija sfernih rezervoara i cevovoda

Strana sfernih rezervoara i cevovoda koja je okrenuta ka izvorima emisije štetnih materija potpomognuta strujanjem vazduha iz tog pravca više je izložena koroziji zbog direktnog nanošenja štetnih materija na konstrukciju sfernih rezervoara i cevovoda. Kada je loša cirkulacija vazduha sferni rezervoari i cevovodi mogu biti izloženi konstantnoj vlazi koja zajedno sa emisijom štetnih materija može biti katastrofalna za konstrukciju.

## MERE ZAŠTITE OD KOROZIJE ČELIKA

Iz prethodnog razmatranja opasnosti od korozije kojoj su izloženi delovi čelične konstrukcije sferni rezervoar i cevovoda usled dejstva raznih napadnih agenasa nameće se niz mera zaštite od korozije još u fazi gradnje: upotreba čistih i nekorodiranih limova, profila i vezivnog materijala sa antikorozijskom zaštitom urađenom u radioničkim uslovima, koje odmah posle ugradnje treba odgovarajuće zaštititi na samom gradilištu. Pored toga delove treba pre ugradnje zaštititi od dejstva svakog korozionog sredstva koje bi se moglo nalaziti na gradilištu. Sredstva za konzervaciju

koja se lako mogu ukloniti (ulja, masti, sredstva koja se ne suše), mogu znatno usporiti pristup gasovitim napadnih materija (sumporvodonika).

Moderne zaštitne prevlake od epoksid smola vrlo dobro prijanjaju za površine delova od čelika na kojima se ne pojavljuju prsline na elementima izloženim zatezanja skoro do granice njihove čvrstoće.

## PRAĆENJE KOROZIJE METALA U EKSPLOATACIJI

Sferni rezervoari i cevovodi podležu inspekcijskom pregledu, što znači da pre upotrebe moraju biti odgovarajuće pregledani radi dobijanja dozvole za rad. U toku eksploatacije, takođe se vrše zakonom propisane kontrole u cilju sigurnog i pouzdanog rada cevovoda, odnosno rezervoara /4/.

Uz pravilno i blagovremeno održavanje potrebno je i praćenje (monitoring) korozionih procesa u toku eksploatacije. Ti procesi mogu se pratiti direktno ili indirektno. Direktnim praćenjem se kontroliše stanje površine čelika i agresivnost sredine koja okružuje čeličnu konstrukciju sfernih rezervoara i cevovoda. Indirektno praćenje podrazumeva merenje korozionog dejstva na kuponima napravljenim od iste vrste materijala kao i čelična konstrukcija sferni rezervoar i cevovoda.

Još pri izradi sfernih rezervoara i cevovoda potrebno je ugraditi senzore i merne trake, za praćenje promene agresivnosti sredine, napona i izduženja odgovornih nosećih delova sferni rezervoar i cevovoda, koji bi bili u sprezi sa računarnom na kome bi se obrađivale dobijene informacije i donosile odgovarajuće odluke. Monitoring je u svetu veoma prisutan, naročito kod praćenja ponašanja dinamički opterećenih konstrukcija, kao što su sferni rezervoari i cevovodi, koji rade u agresivnim sredinama kakve pruža hemijska industrija. Vrednost ugrađene opreme za praćenje je zanemarljiva u odnosu na vrednost konstrukcije sferni rezervoar i cevovoda ili vrednost preduzete sanacije posle niza godina neodgovarajućeg održavanja.

## ZAKLJUČAK

Koroziona oštećenja pri kojima je nosivost preseka umanjena, veoma ugrožavaju sferni rezervoar i cevovod u celini. Nepoštovanje propisanih redovnih i vanrednih kontrola i neadekvatno održavanje može dovesti do razaranja sa katastrofalnim posledicama.

Nepravilno održavanje sfernih rezervoara i cevovoda sa aspekta korozione zaštite za sobom povlači veoma skupe sanacije, pa s tim u vezi potrebno je veoma temeljno istražiti pitanja zaštite, trajnosti i održavanja sfernih rezervoara i cevovoda od čelika i mogućnosti praćenja korozione agresije u eksploataciji. S tim u vezi potrebna je ocena stanja sferni rezervoar i cevovoda ugroženog korozijom nakon dugotrajnog korišćenja, koju treba da prate određena ispitivanja metodama bez razaranja, da bi se utvrdio stvarni stepen oštećenja vitalnih delova konstrukcije. Kontrola i ispitivanje metodama bez razaranja korodiranih zona nosećih elemenata konstrukcije sfernih rezervoara i cevovoda mora pratiti proces čišćenja peskarenjem u toku sanacije sfernih

rezervoara i cevovoda, a odmah posle neophodnih intervencija u smislu menjanja kritičnih elemenata sledi antikoroziorna zaštita.

#### LITERATURA

- [1] Gerhardus H. Koch et al: Corrosion costs and preventive strategies in the United States, Publication No. FH WA-RD-01-156, CC Technologies, Dublin, Ohio, March 2002.
- [2] Sreten Mladenović: Korozija materijala, Univerzitet u Beogradu, Tehnološkometalurški fakultet, Beograd, 1990.
- [3] Russell H. Jones: *Stress-Corrosion Cracking, Materials Performance & Evaluation*, Hardbound; Publisher: ASM; Publication Date: 1992.
- [4] Projekat sanacije čeličnih sfernih rezervoara za skladištenje i cevovoda za pretakanje tečnog amonijaka u IHP Prahovo, Institut za ispitivanje materijala IMS, Prahovo, Septembar-Oktobar 2008.

## EKSPERIMENTALNO ISPITIVANJE JONSKE IZMENE NA CIRKONIJUMFOSFATU

### AN EXPERIMENTAL STUDY OF IONIC EXCHANGE ON ZIRCONIUM PHOSPHATE

<sup>a</sup>Ilić, P., <sup>b</sup>Pereligin, I., <sup>c</sup>Pekarek, V.

<sup>a</sup>Faculty of Technology, University of Niš, Serbia  
<sup>b</sup>Member of the Russian Academy of Natural Sciences  
Head of Physics Department, Ufa, Russia  
<sup>c</sup>Institut of Inorganic Chemistry, Academy of Sciences  
of Czech Republic, Prague, Czech Republic

#### IZVOD

Ispitivana je raspodela mikrokoličine katjona u sistemu vodeni rastvor - amorfni i kristalni cirkonijumfosfat i koeficijent aktivnosti katjona sa oksidacionim brojem +2, u zavisnosti od kiselosti vodenog rastvora, koncentracije jona i temperature metodom makroskopske termodinamike za slučaja kada su u sistemu prisutne male količine jona koje se izmenjuju.

Eksperimenti su rađeni na temperaturi od 298,16 do 348,16 K. Ilić, Pekarek i saradnici, dobili su sledeći niz katjona u afinitetu izmene na amorfnom cirkonijumfosfatu: Mg < Ca < Sr < Ba < Zn < Cu.

U svim eksperimentima uzorci su uravnotežavani 24 časa u staklenim ampulama, koje su pre uravnotežavanja zatopljene. Merenja su vršena sa granulama kristalnog ZrP, prečnika,  $r_0 = 45 \mu\text{m}$ . Utvrđen je, ispitivanjem, mehanizam kinetike katjona sa oksidacionim brojem +2, na ZrP, tj. da kinetiku u ispitivanom sistemu određuje difuzija kroz nepokretni dodirni sloj tečnosti oko čestice.

Uzimajući da zakon hemijske ravnoteže važi i za posmatrani proces jonske izmene, na koji se može primeniti Gibbs- Duhemova jednačina, mi smo bili u mogućnosti da odredimo aktivnost jona u čvrstoj fazi u funkciji obima izmene.

#### ABSTRACT

Distribution of microquantitative of cations was studied in the system water solution - amorphous and crystalline zirconium phosphate, by determination coefficient of cations with + 2 charge, depending on change of acidity of water solution, concentration of cations and temperature of the system the method of macroscopic thermodynamics was applied for the case when small quantities of ions are present in the system that exchange.

Experiments were carried out at temperature from 298.16 to 348.16 K. Ilić, Pekarek at all [1], established the following affinity for sorption of cation with + 2 charge on amorphous zirconium phosphate: Mg < Ca < Sr < Ba < Zn < Cu.

In all experiments samples were equilibrium for 24 hours in glass ampules, which were sealed before equilibration. Measurements were carried out granula  $r_0 = 45 \mu\text{m}$