

VIII YUCORR

KOROZIJA I ZAŠTITA MATERIJALA U
INDUSTRIJI I GRAĐEVINARSTVU

KNJIGA RADOVA

CORROSION AND MATERIALS PROTECTION
IN INDUSTRY AND CONSTRUCTION

PROCEEDINGS

Pod pokroviteljstvom
**MINISTARSTVA NAUKE I ZAŠTITE
ŽIVOTNE SREDINE REPUBLIKE SRBIJE**

Sponsored by
**MINISTRY OF SCIENCE AND ENVIRONMENTAL
PROTECTION OF REPUBLIC OF SERBIA**

TARA, 09. 05. - 12. 05. 2006.

IZDAVAČ:

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

ZA IZDAVAČA:

Prof. dr MIOMIR PAVLOVIĆ, predsednik SITZAMS

ORGANIZACIONI ODBOR:

Prof. dr Časlav Lačnjevac, prof. dr Miomir Pavlović, Zagorka Bešić, dipl inž.,
Miomirka Anđić, dipl. inž., prof. dr Milan Antonijević, Gordana Miljević, dipl. inž.,
Ljubiša Stamenković, dipl. inž., Dragoljub Dabić, dipl. inž.

UREDNICI:

Prof. dr Miomir Pavlović
Prof. dr Časlav Lačnjevac

OBLAST:

KOROZIJA I ZAŠTITA MATERIJALA

GODINA IZDANJA: 2006.

LIKOVNO-TEHNIČKO UREĐENJE:



ŠTAMPA:

FOTO FUTURA
E-mail: kizak@tehnicom.net

TIRAŽ:

300 PRIMERAKA

ISBN 86-82343-07-X

Na ovaj način postignuti su istovetni uslovi hemijskog tretmana i plastificiranja skinpasiranog i neskinpasiranog pocinkovanog lima.

Ispitivanje hrapavosti površine pocinkovanog sloja pokazuje da se pri skinpasiranju mikrohrapavost površine lima povećava, a time i slobodna površina pocinkovanog sloja, što poboljšava adheziju organskih premaza na metalnu osnovu.

3. ZAKLJUČAK

- Rezultati ispitivanja različitih površina pocinkovanog sloja pokazuju veliki uticaj skinpasiranosti pocinkovanog čeličnog lima na adheziju organskih premaza, a samim tim i na kvalitet antikorozijske zaštite.
- Laboratorijski i industrijski uslovi plastificiranja se vidno razlikuju, ali pokazuju slične rezultate ispitivanja.
- Skinpasiranost pocinkovanog lima je od velikog značaja za ravnomernost debljine nanešenog premaza i ujednačenu zaštitu od korozije.
- Skinpasiranost pocinkovanog lima povećava efikasnost prethodne hemijske obrade pocinkovane čelične trake.
- Neskinpasirani limovi pokazuju slabiju i neravnomernu adheziju organskih premaza po površini.

LITERATURA:

- [1] H.Leidheiser, Prog.Org.Coat. 7 (1979) 79.
[2] F.Deflorian, L.Fedrizz, P.L.Bonora, Corrosion 50 (1994) 113.

UZROCI I POSLEDICE KOROZIONIH OŠTEĆENJA ČELIČNIH KONSTRUKCIJA MOSTOVA

DEMAGES AND CONSEQUENCE OF CORROSION THE STEEL IN STRUCTURE OF BRIDGES

Mr Vujadin Aleksić, dr Miodrag Arsić
Institut za ispitivanje materijala IMS, Bulevar Vojvode Mišića 43, Beograd,
vujadin.aleksic@institutims.co.yu

IZVOD

U radu je dat prikaz mogućih oštećenja i posledica izazvanih korozijom čelika u čeličnim konstrukcijama mostova, 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 steel in structure of bridges and considered might initiate steps in order that phenomena prior to prevent.

UVOD

Mostovi su građevine koje služe za prevođenje saobraćajnih puteva preko prepreka, a posebno preko vodenih tokova. Razlikuju se prema konstrukciji i prema vrsti glavnog građevinskog materijala. Za izbor konstrukcije pre svega su značajni uslovi fundiranja, estetska vrednost, najmanji potreban raspon, visina mosta kao i saobraćajno opterećenje.

Najčešće se izrađuju od prednapregnutog betona, čeličnih profila i čeličnog lima. Mostovi izrađeni od čeličnih elemenata zahtevaju pri izradi preciznost, veliku pažnju, obučenu i stručnu radnu snagu. Osnovni nedostatak je osetljivost na pojavu korozije u uslovima agresivne sredine. Na sl.1 prikazane su različite izvedbe konstrukcija čeličnih mostova preko reke, sa osnovnim gradivnim elementima.



a) višeci b) rešetkasti c) gredni sa podupiračima d) sa konzolnim nosačima e) kontinualno gredni

| | | | | | |
|--------------|------------------------------|-------------------|--|-------------------|-------------------------------|
| saobraćaj | drumski | železnički | drumski | mešoviti | drumski |
| oblik nosača | sanduk; | rešetka; | sanduk; | rešetka; | sanduk; |
| elementi | limovi, profili, zavarivanje | profili, zakovice | limovi, profili, zakovice, zavarivanje | profili, zakovice | limovi, zavarivanje, zakovice |

Slika 1. Čelične konstrukcije mostova preko reke svakodnevno su izložene uticaju korozije

KARAKTERISTIKE ELEMENATA ZA IZRADU ČELIČNIH MOSTOVA

Za izradu čeličnih mostova koriste se limovi odgovarajuće debljine i profili u nekom od kvaliteta konstrukcionih čelika. Elementi se međusobno spajaju zavarivanjem, zakovicama, zavrtnjima ili kombinacijom ovih načina spajanja.

Ovi čelici su veoma podložni koroziji. Pored elektrohemijske korozije, kod ovih čelika se javlja i naponska korozija pri delovanju visokih napona zatezanja. Pojava korozije može da dovede i do loma, pa se moraju ugrađivati apsolutno čisti čelični elementi na kojima je izvršena antikorozijska zaštita.

KARAKTERISTIKE KOROZIONE SREDINA

Trajnost čelika će biti određena njegovom sposobnošću da se odupire spoljašnjim uticajima, čiji karakter i intenzitet zavise od uslova eksploatacije mosta.

U spoljašnje uticaje, koji predstavljaju najveću opasnost za čelik, 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 imaju i izduvni gasovi na mostovima sa drumskim saobraćajem. Oni sadrže pored viška vazduha uglavnom okside ugljenika, vodonika i sumpora, tj. ugljen monoksid, ugljen dioksid, vodenu paru i sumpor dioksid. Mostovi sa drumskim saobraćajem naročito su zimi izloženi dejstvu soli koja se koristi za otapanje snega i leda na kolovozu. Potrebno je pomenuti i da je koncentracija vodene pare iznad reke uvek povećana u odnosu na druge sredine.

KOROZIJA ČELIČNIH ELEMENATA MOSTU

U praksi se dešava da čelik ugrađen u most korodira delimično ili potpuno smanjujući poprečni presek, a time i nosivost konstrukcije, a u težim slučajevima može doći i do katastrofalnog loma konstrukcije.

Uslovi koji omogućavaju koroziju čelika su: prisustvo vlage, koja dospeva na površinu čelika absorbovanjem iz atmosfere ili na neki drugi način, prisustvo soli: hloriga, sulfata, koji se absorbuju iz vazduha i prisustvo kiseonika.

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”. Otpornost na koroziju metala definiše se na dva načina: gubitkom mase i dubinom procesa razaranja (mm/godišnje).

Razaranje čelika može biti mestimično ili ravnomerno po celoj površini praćeno smanjenjem preseka. Ravnomerno smanjenje preseka je karakteristično i javlja se usled prelaza slojeva metala u korozione produkte u slučajevima kada su katodne površine manje od anodnih.

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, što može dovesti i do katastrofalnog loma /1/.

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 mostova može biti izazvan i ubrzan sledećim vrstama korozije: rupičastom, interkristalnom naponskom korozijom i vodoničnom krtošću.

Oštećenja se mogu razvrstati u tri kategorije. Prva kategorija su oštećenja na konstrukciji i stubovima koja direktno utiču na nosivost i stabilnost objekata u celini, a to su:

- oštećenja čiji je obim takav da je nosivost preseka umanjena a time ugrožen objekat u celini i
- oštećenja čiji obim ne ukazuje na smanjenu nosivost preseka ali je progresija znatna i ubrzana pa će se u dogledno vreme dogoditi.

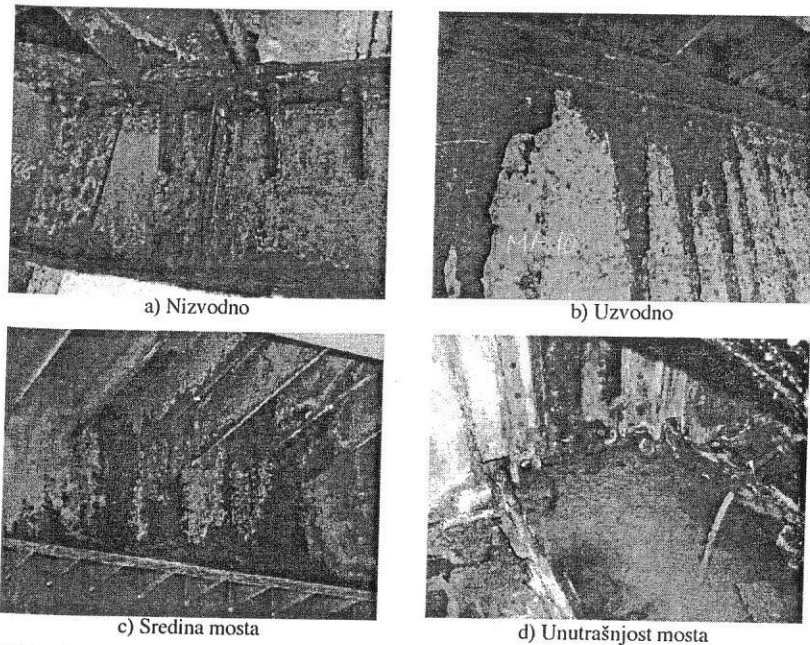
U drugu kategoriju razvrstana su oštećenja i nedostaci na delovima objekta i funkcionalnim elementima noseće konstrukcije i stubova, koji direktno ne utiču na nosivost i stabilnost objekta u celini, ali je nosivost i funkcija tog elementa ugrožena a to su:

- oštećenja kod kojih stanje, konstatovano pregledom, ukazuje na umanjenu nosivost ili funkciju elementa i
- oštećenja kod kojih stanje, konstatovano pri pregledu, ne ukazuje na moguću umanjenu nosivost ili funkciju elementa, ali je progresija oštećenja znatna, pa će se u dogledno vreme dogoditi.

U treću kategoriju oštećenja razvrstana su oštećenja i nedostaci na elementima saobraćajnog profila mosta koja direktno utiču na bezbednost učesnika u saobraćaju.

PRIMERI KOROZIJE NA ČELIČNIM KONSTRUKCIJAMA MOSTOVA

U našim prilikama mostovi napravljeni od čeličnih elemenata dugi niz godina nisu na odgovarajući način održavani, pa je zbog toga došlo do znatnih oštećenja izazvanih procesom korozije. Drastični primeri korozione degradacije mostova prikazani su na slikama 2.



Slika 2. Primeri korozionog oštećenja delova konstrukcije čeličnih mostova

Koroziona oštećenja pri kojima je nosivost preseka umanjena, veoma ugrožavaju most u celini. Uzvodna strana mosta više je izložena koroziji zbog vodene struje koja nanosi isparenja na konstrukciju mosta. Kada je loše odvodnjavanje mosta dolazi do taloženja vode i naslaga soli u unutrašnjosti mosta sa sandučastim rešenjem što može biti katastrofalno za konstrukciju.

MERE ZAŠTITE OD KOROZIJE ČELIKA

Iz prethodnog razmatranja opasnosti od korozije kojoj su izloženi delovi čelične konstrukcije mosta usled dejstva raznih napadnih agenasa nameće se niz mera zaštite od korozije još u fazi gradnje: upotreba čistih i nekorodiranih limova, profila i vezi vnog materijala sa antikorozionom 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. Čisto obavljanje zauljenom hartijom ili veštačkim folijama može da spreči prljanje površine od prskanja agresivnim tečnostima i taloženja prašine.

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

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 mosta. Indirektno praćenje podrazumeva merenje korozionog dejstva na kuponima napravljenim od iste vrste materijala kao i čelična konstrukcija mosta.

Još pri izradi mostova potrebno je ugraditi senzore i merne trake, za praćenje promene agresivnosti sredine, napona i izduženja odgovornih nosećih delova mosta, koji bi bili u sprezi sa računarom 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 mostovi, koji rade u agresivnim sredinama kakve pružaju veliki gradovi. Vrednost ugrađene opreme za praćenje je zanemarljiva u odnosu na vrednost konstrukcije mosta ili vrednost preduzete sanacije posle niza godina neodgovarajućeg održavanja.

ZAKLJUČAK

Nepravilno održavanje mostova 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 mostova od čelika i mogućnosti praćenja korozione agresije u eksploataciji. S tim u vezi potrebna je ocena stanja mosta 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 mosta mora pratiti proces čišćenja peskarenjem u toku sanacije mosta, a odmah posle neophodnih intervencija u smislu menjanja kritičnih elemenata sledi antikoroziorna zaštita.

LITERATURA

[1] SRETEN MLADENOVIĆ: Korozija materijala, Univerzitet u Beogradu, Tehnološkometalurški fakultet, Beograd, 1990.