

LOKALNA KOROZIJA STUBOVA U PARKOVIMA /ZAŠTO (NE) RĐAJU STUBOVI?/

1. UVOD

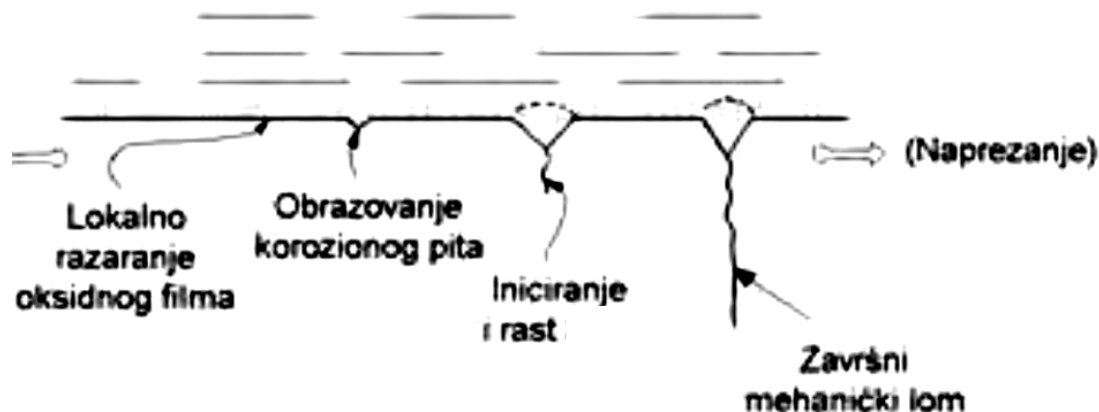
Iako sivi liv i ugljenični čelik, najčešće primenjivani konstrukcioni materijali za izradu stubova za potrebe osvetljenja po pravilu nisu u većoj meri podložni naponskoj koroziji – pitingu, pod određenim uslovima, koji su najčešće posledica neodgovarajuće izvedene zaštite, navedeni konstrukcioni materijali mogu korodirati po mehanizmu sličnom naponskoj koroziji ili pitingom. Ovakav vid korozije se obično javlja kad je materijal opterećen na zatezanje, ali se pod određenim uslovima može javiti i kad je materijal opterećen pritiskom. Pitovi se pojavljuju na zavarenim spojevima stuba ili na granici dveju faza, tj. Na granici konstrukcionog materijala stuba i zaštitne prevlake. Krajnja posledica pojave piting korozije je spontano rušenje stuba.

2. LOKALNA KOROZIJA

Lokalna – piting korozija nastaje kao posledica jednovremenog dejstva elektrohemijske korozije i unutrašnjih ili spoljašnjih nametnutih zateznih napreznja. Posledica je lom materijala. Tok procesa korozije može se podeliti u tri faze:

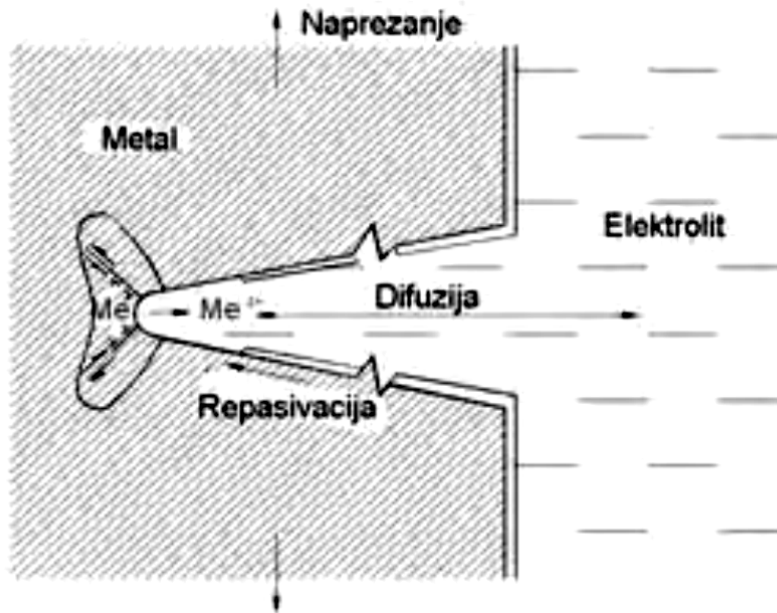
- inicijacija;
- propagacija prsline;
- lom.

Šematski je proces korozije prikazan narednom slikom:



Slika 1. Nastanak loma tokom vremena (Ref. 2)

Proces počinje lokalnim razaranjem oksidnog filma ili druge zaštitne prevlake mehaničkim ili hemijskim dejstvom. Produkti korozije koji zaostaju u pitu izazivaju unutrašnje napreznje. Unutrašnje napreznje može izazvati i voda koja se nakupi u pitu. Iniciranje i rast odvijaju se po mehanizmu elektrohemijske korozije. Kraj procesa je lom i rušenje stuba. Faza inicijacije i rasta prikazana je detaljnije narednom slikom:



Slika 2. Inicijacija i rast pita (Ref. 2)

Tokom vremena na otvoru pita pod dejstvom elektrolita (korozione sredine) i u kombinaciji sa korozionim produktima dolazi do ponovnog formiranja oksidnog filma, odnosno repasivacije, dok je u dubini pita metalna površina nepokrivena. Repasivirani deo pita je katoda, a metal anoda i metal se dalje rastvara i produbljuje pit. Rasvoreni metal u jonskom obliku difuzijom nestaje iz pita u okolinu.

2.1. LOKALNA KOROZIJA STUBOVA

Parkovi su po prirodi koroziono aktivna sredina za stubove. Sama vlažna zemlja je elektrolit, a nisko rastinje, pogotovo trava svojim metabolizmom dodatno pojačava koroziono dejstvo tla. Trava i drugo rastinje u fizičkom dodiru sa stubom i nezavisno od tla predstavljaju jaku korozionu sredinu. Teoretski, ukopani stubovi su podložniji dejstvu korozione sredine od ankerisanih. Međutim, betonska podloga za ankerisane stubove trebala bi biti od vodootpornog neporoznog betona koji po kvalitetu treba da odgovara betonskim fundamentima za mostove ili brane, ali se bar kod nas, koristi običan beton koji je porozan i kao takav u sadejstvu sa vodom tokom vremena postaje koroziona sredina za konstrukciju stuba.

Početno lokalno razaranje zaštitne prevlake (boje, oksidnog filma, galvanske prevlake) nastaje obično mehanički – udarom. Ali, postoji još jedna mogućnost nastanka pita, ako postoji pora u prevlaci ili mikrozazor između prevlake i osnovnog konstrukcionog materijala stuba. Korozioni agens tada kapilarno prodire do površine metala. Inicijacija razaranja može biti izazvana i kapilarnom kondenzacijom vodene pare u pori ili zazoru. Naime, u zazorima ili porama vodena para iz nezasićenog vlažnog vazduha može se kondenzovati, iako bi termodinamički morala biti u stanju pare. Do takve kondenzacije može doći u hladnijim periodima dana – noću ili tokom jutra. Povišenjem temperature tokom dana, uz nepromenjenu apsolutnu vlažnost okolnog vazduha, može doći do naglog, gotovo eksplozivnog prevođenja kondenzovane vode u paru. S obzirom da je zapremina pare oko 1 000 puta veća od kondenzata, jasno je da sama voda može izazvati početno lokalno razaranje površine i nastanak pita.



a)

b)

Slika 3. Pitovi na podnožju stuba (u crvenom krugu)

Na slici 3. osim pitova vidi se i da je stub znatno korodirao u okolini servisnog otvora. Iako je stub prekriven armiranim premazom, poklopac je u boljem stanju od samog stuba. Na slici 3. b) vidi se da je tokom vremena nanos zemlje dospeo iznad dna servisnog otvora, tako da je i poklopac delimično ukopan u zemlju. Unutrašnjost stuba nije zaštićena od prodora zemlje i vode, pa se postavlja pitanje opasnosti od električnog udara na korisnike parka. Narednom slikom prikazan je stub u relativno dobrom stanju, takođe ukopan u zemlju iznad donjeg dela servisnog otvora.



Stub je na nagnutom terenu, tako da se tokom vremena zemlja sa viših kota erodizijom i klizanjem skupljala na nižim mestima.

Inače, svi fotografisani stubovi nalaze se na Banovom brdu u Beogradu, u parku između ulica Požeške (niža granica) i Steve Todorovića (viša granica). Teren ovog parka, pogotovo u višoj polovini parka je znatno zakošen, čak u nekim delovima i vrlo strm. Zbog toga je klizanje zemlje izraženo, a obično je izazvano padavinama. Klizanje je postalo naročito intenzivno nakon regulacije parka, kada su mnoga stabla i skoro svi žbunovi uklonjeni, tako da nema šta da zadrži zemlju.

Stubovi nisu zaštićeni od nadiranja zemlje, niti je talog oko njih uklanjao, pa se stiče utisak da su stubovi utonuli u tlo. Svakako, održavanje stubova na nagnutim terenima nije jednostavno

Slika 4. Stub utonuo u zemlju do servisnog otvora

Neodgovarajućim poklopcem na otvoru stuba izazvana je kontaktna korozija. Poklopcem izrađenim od neodgovarajućeg materijala oštećena je zaštitna prevlaka i tokom vremena stub je oko otvora korodirao. O bezbednosti takvog rešenja nije potrebno ni govoriti. Stanje je prikazano narednom slikom:



a)

Slika 5. Prikaz stuba sa neodgovarajućim (improvizovanim?) poklopcem



b) detalj

Na slici 5. b) jasno vidi se propadanje stuba. Trava je pre nego što je pokošena dosegala do visine donjeg dela otvora i izazvala koroziju i stuba i poklopcem. Vidljivo je na slici 5. a) da je stub na višim delovima od tla praktično neoštećen.

Kako je već pomenuto, trava i drugo nisko zeljasto rastinje u sadejstvu sa vodom od kiše ili zalivanja je jaka koroziona sredina.



← Slika 6. Korozija stuba izazvana rastinjem

Na slici 6. jasno se vidi korozija podnožja stuba izazvana prisustvom rastinja. Viši delovi stuba su praktično neoštećeni. S obzirom na ovako gusto izrasle biljke oko stuba, logično je pretpostaviti da je ispod nivoa tla korozija stuba još intenzivnija. Nije više pitanje da li će stub pasti nego je pitanje kada će se to dogoditi.

Zavareni spojevi su kritična mesta stuba za pojavu korozije. Neodgovarajući postupci zavarivanja, loša krajnja obrada spoja ili loše izvedena zaštita zavarenog spoja izazvaće teška oštećenja i havariju stuba. Korozija zavarenih spojeva je klasičan primer naponske korozije, jer u varu je teško izbeći zaostale napone. Primer korozije zavarenog spoja prikazan je narednom serijom slika 7.



a)



b)



c) detalj

Slika 7. Korozija stuba na zavarenom spoju

Korozijom vara nestalo je i više od trećine konusne prirubnice. Na detalju c) slike 7. vidi se i pukotina, u crvenom krugu. Vremenom će se ova pukotina raširiti i izazvati rušenje stuba. Konačna sudbina stubova napadnutih korozijom prikazana je slikama 8., 9. i 10.



Slika 8. Ostatak stuba i instalacija nakon rušenja stuba



Slika 9. Ostatak drugog stuba sa instalacijama „zaštićenim“ plastičnom cevi



Slika 10. Detalj sa slike 9.

Interesantno je napomenuti da je na svim stubovima u parku na beogradskom Banovom brdu, uključujući i one prikazane fotografijama, izvedena površinska zaštita osnove stuba do visine konusne prirubnice. Zaštita je izvedena armiranim premazima. Kod jednog broja stubova armatura je od čelične mrežice, a kod drugih stubova premaz je armiran plastičnim mrežicama, verovatno od PVC ili najlona.

Zaštitni premaz stuba na slici 8. bio je armiran čeličnom mrežicom i metalni ostatak stuba je još uvek potpun. Izgleda da je metal mrežice katodno zaštitio stub od opšte korozije, al nije i od lokalne – pitinga koja je i izazvala rušenje stuba. Stub je pukao na granici zemlje i vazduha.

Zaštitni premaz stuba na slikama 9. i 10. bio je armiran plastičnom mrežicom, tako da je stub jako korodirao i opštom i lokalnom korozijom. Vidi se da je značajan deo ostatka stuba nestao, ili se jako stanjio, a armirani zaštitni premaz se u dobroj meri zadržao.

Stubovi su pali u maju 2009. godine, a fotografije su urađene u junu. Do trenutka pisanja ovog rada, u avgustu 2009. godine stanje nije promenjeno, iako je ovaj park pun dece, a ostaci srušenih stubova su u blizini dečijeg vrtića!

3. UMEMSTO ZAKLJUČKA

Svi stubovi u parku zaštićeni su armiranim premazima, ali kod svih stubova je stanje slično. Vidljiva je korozija i kroz armirani premaz (slika 3. a) i b)), iako nije vidljivo oštećenje samog premaza. Na slici 3. a) jasno se vidi da oko servisnog otvora više i nema konstrukcionog materijala stuba, ostao je samo premaz. I na ostalim slikama vide se tragovi korozije kroz zaštitu. Zaštitni premazi nanoseni su na stubove nal licu mesta, mnogo godina nakon njihovog postavljanja. Verovatno površina metala stuba nije bila dobro pripremljena pre nanošenja zaštite, ili su neki stubovi bli već toliko oštećeni da im ni zaštita nije pomogla. Ponekad je bolja nikakva zaštita nego loša zaštita. Treba napomenuti da su prikazani stubovi stari preko 40 godina i dugo bili zapušteni. Kad prilike dozvole, sigurno će biti zamenjeni, s tim da se novi stubovi moraju zaštititi od korozije i ta se zaštita mora redovno održavati.

Na primeru stanja stubova u jednom parku ukazano je na probleme sa korozijom, jer parkovi su po stubove koroziono znatno opasnija sredina od saobraćajnica i drugih mesta u kojima je neposredno okruženje stuba beton ili asfalt.

4. ABSTRACTS

The results and dangers of park lighting pylons corrosion are shown. The inconvenient surface protection in some occasions can be worse than its absence. The correct surface preparation before applying the anticorrosive protection is essential.

5. KLJUČNE REČI

Korozija, piting, stubovi, zaštita od korozije.

6. LITERATURA

1. Miloš Milenković, **Sreten Mladenović**, Ivanka Vučković, **Korozija i zaštita**, NIP Tehnička knjiga, Beograd, 1966.
2. **Dragutin M. Dražić**, Bore V. Jegdić, **Naponska korozija**, Integritet i vek konstrukcija, Vol. 7, br. 2 (2007), str. 89-95. (Internet)
3. Bore V. Jegdić, Biljana M. Bobić, **Korozija zavarenih spojeva**, Integritet i vek konstrukcija, Vol. 7, br. 2 (2007), str. 101-104. (Internet)
4. Bore V. Jegdić, Biljana M. Bobić, **Piting korozija nerđajućih čelika**, Zaštita materijala 46 (2005) broj 3 (Internet)
5. Marija Z. Ledinski, Fotografije iz parka na Banovom brdu u Beogradu.