

KARAKTERISTIKE PREVLAKE NASTALE PROCESOM TOPLOG CINKOVANJA

Izradila:

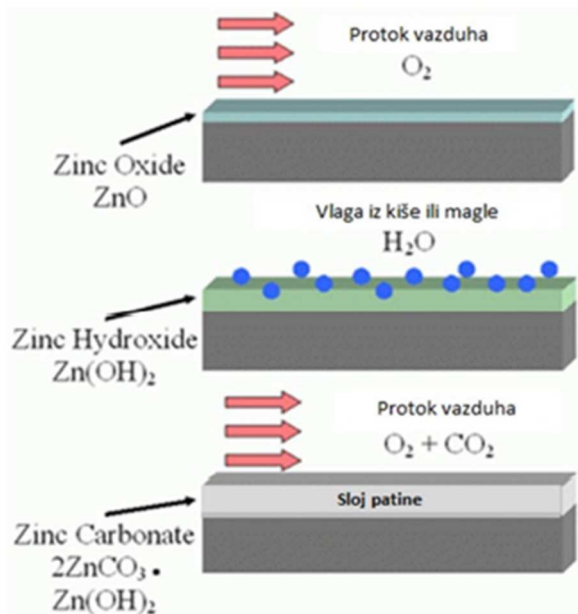
M.Sc chem. Kristina Todorović

Rukovodilac tehnologije

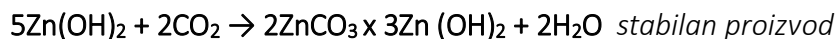
1. Uvod

Razlog veoma široke primene toplog cinkovanja kao antikorozivne zaštite čelika je dvostruka priroda prevlake koja nastaje ovim tehnološkim postupkom. Formiranjem cinkove prevlake se u stvari formira zaštitni sloj koji obezbeđuje jaku metalnu vezu cinkove prevlake koja potpuno pokriva površinu čelika stvarajući tako fizičku barijeru koja štiti čelik od uticaja životne sredine kojoj je izložen. Osim što nanošenjem cinkove prevlake na čelik uspotstavljamo fizičku barijeru između osnovnog materijala i uticaja sredine, postoje još dve osobine koje omogućavaju antikorozivnu zaštitu, a to su stvaranje cink patine i katodna zaštita.

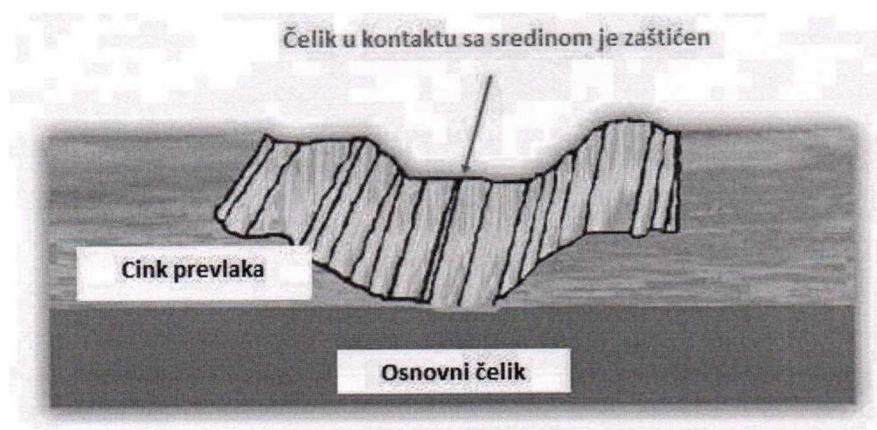
Cink patina se formira interakcijom cinkove prevlake sa okolnom sredinom. Na cinkovanoj površini usled kontakta cinka sa kiseonikom i vlagom iz vazduha prvo nastaju cink-oksidi i cink-hidroksidi. Kasnije ovi podukti reaguju sa ugljen-dioksidom i formiraju cink-karbonat. On daje mat siv izgled prevlake i stabilan je sloj koji dobro prijanja na prevlaku i koji je nerastvoran u vodi pa se neće spirati kišom ili snegom. Cink-karbonat je veoma pasivan prema uticajima okoline i korodira veoma sporo, pa dugotrajnost zaštite od korozije zavisi i od formiranja ovog sloja po površini cinkove prevlake.



Slika 1. Stvaranje sloja cink patine.



Katodna zaštita je metod kojim se kontroliše korozija površine metala tako što se metal stavlja u funkciju katode jedne elektrohemijske ćelije. To se postiže stavljanjem tj dodirom između metala koji se želi zaštititi i drugog metala osetljivog na koroziju koji je stavljen u funkciju anode elektrohemijske ćelije. Anoda korodira, čime se obezbeđuje željena zaštita. U ovom slučaju, cink je anoda prema gvožđu i čeliku tako da cinkovanje obezbeđuje katodnu zaštitu od korozije jer se cink troši umesto čelika koji je katoda.



Slika 2. Katodna zaštita.

Cinkova prevlaka pokazuje veoma dobre antikorozivne karakteristike u različitim uslovima okoline u kojima se može naći. Otpornost prema koroziji cinkovih prevlaka je uslovljena pre svega debljinom prevlake ali otpornost varira u zavisnosti od uslova okoline. U daljem tekstu biće opisano ponašanje i predviđanje životnog veka cinkove prevlake u zavisnosti od različitih sredina u kojima se ona može naći.

2. U atmosferi

Cink kao i svi ostali metali, prirodno korodira kada je izložen atmosferskim uticajima. Produkti korozije koji se pri tome formiraju na površini obezbeđuju pasivnu, nepropusnu barijeru koja dalje usporava koroziju cinka. Nakon formiranja cink-oksida i hidroksida, formira se cink-karbonat koji čvrsto prijanja na površinu i relativno je nerastvorljiv. Ovaj sloj cink patine je pre svega odgovoran za dugotrajnu zaštitu od korozije cinkove prevlake u većini atmosferskih uslova.

Ponašanje cinkove prevlake u različitim atmosferskim uslovima je pod uticajem različitih faktora: jačine i pravca vetra, vrste i gustine korozivnih gasova i polutanata, količine aerosoli, broja kišnih i suvih dana, dužine izloženosti vlazi. Iako postoji opseg u posmatranoj stopi korozije, uobičajena posmatrana brzina korozije retko prelazi 10µm godišnje u sredinama u kojima je korozija jako izražena (industrijska sredina ili morska oblast). Štaviše, kada je u

zatvorenom prostoru životni vek cinkove prevlake biće značajno duži od životnog veka prevlake izložene spoljašnjim atmosferskim uticajima i tada je brzina korozije oko 0,1 μ m godišnje.

Na slici 3. se vidi razlika u brzini korozije cinkove prevlake (izražena kao gubitak prevlake u μ m godišnje) u zavisnosti od toga u kojoj sredini se ona nalazi.



Slika 3. Brzina korozije cinkove prevlake.

Kako od atmosferskih uslova veoma zavisi brzina korozije cinkove prevlake, postoji klasifikacija atmosfere u zavisnosti od stepena korozivnosti atmosfere. Da bi se izvršila klasifikacija atmosfere uzeti su u obzir sledeći parametri: količina padavina (mm godišnje), vlažnost vazduha (u %), temperature (prosečna $^{\circ}$ C), koncentracija hlorida (mg/m² na dan), koncentracija sumpor-dioksida (mg/m² na dan) i zaklonjenost tj izloženost spoljašnjim uticajima.

<i>ISO klasifikacija korozivnosti atmosfere (ISO 14713-1:2017)</i>	
<i>Klasa atmosfere</i>	<i>Gubitak cinkove prevlake u μm/godišnje</i>
C1 (zatvoren prostor)	<0,1
C2 (seoska oblast)	0,1-0,7
C3 (gradska oblast/ umereno tropska klima)	0,7-2,1
C4 (manje zagađena industrijska/ gradska priobalna oblast)	2,1-4,2
C5 (zagađena industrijska oblast/ tropska klima)	4,2-8,4
CX (ekstremna industrijska oblast)	8,4-25

Tabela 1. ISO klasifikacija korozivnosti atmosfere.

Industrijska sredina je najagresivnija u pogledu korozije. Emisije u vazduh mogu sadržati sulfide i fosfate koji dovode do smanjenja cinkove prevlake. Najčešći emiteri ovih nepovoljnih materija su fabrike i saobraćaj, pa je većina gradova i urbanih područja klasifikovana kao umereno industrijska oblast.

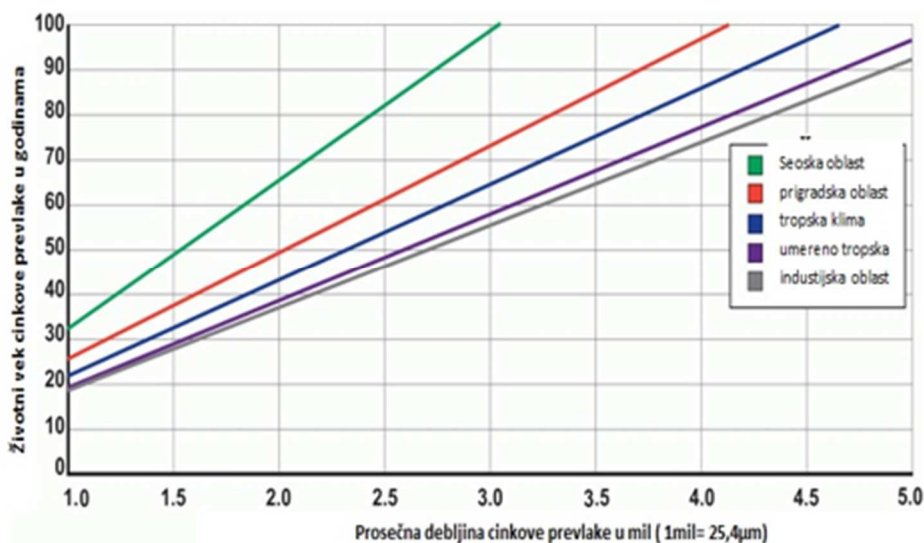
Tropska klima u čijem području prosečne temperature retko padaju ispod tačke mržnjenja vode i gde visoka vlažnost vazduha u kombinaciji sa visokom koncentracijom hloridnih jona u vazduhu, ima korozivni uticaj na cinkovu prevlaku skoro isto kao industrijska sredina. Visoke temperature, jačina i pravac vetra kao i blizina morske obale značajno pospešuju brzinu korozije u ovakvoj sredini.

Umereno tropska klima je manje korozivna u odnosu na tropsku zbog viših temperature, manje vlažnosti vazduha kao i veće udaljenosti od morske obale.

Prigradske oblasti su uopšteno manje korozivne od industrijskih i modernih gradskih oblasti.

Seoske oblasti su svakako najmanje agresivne sredine jer je nivo emisija štetnih materija najniži.

Na slici 4. se vidi zavisnost životnog veka cinkove prevlake od debljine cinkove prevlake u različitim sredinama.



Slika 4. Zavisnost životnog veka cinkove prevlake od debljine prevlake u različitim sredinama.

3. U zemljištu

Postoje različiti tipovi zemljišta u zavisnosti od njihovih fizičkih, hemijskih i bioloških svojstava. Gruba zemljišta kao što su peskovita i šljunkovita su porozna pa obezbeđuju slobodan protok vazduha i proces korozije u ovakvom zemljištu više liči na atmosfersku koroziju. Glinovita i muljevita zemljišta koja su fina, zadržavaju vodu što rezultuje slabom poroznošću i slabim protokom vazduha. Korozija u ovakvim tipovima zemljišta može ličiti na onu u vodi.

Istraživanja pokazuju linearnu zavisnost između debljine cinkove prevlake i osobina prevlake, i četiri osnovne osobine zemljišta, od kojih svaka ima poseban uticaj na cinkovu prevlaku. To su: pH zemljišta, sastav vode, koncentracija hlorida i vlažnost zemljišta. Kako se menjaju ova četiri parametra menja se i brzina korozije. Može se okvirno predvideti da ukoliko je debljina cinkove prevlake od 100 do 127 μ m, životni vek u najmanje poroznom zemljištu će biti od 35 do 50 godina a u poroznom i manje korozivnom zemljištu je 75 godina i više.

Pomoću četiri grafika data ispod, može se nešto preciznije predvideti životni vek cinkove prevlake odnosno njena debljina u zavisnosti od različitih uslova zemljišta (pre svega se misli na vlažnost zemljišta, prisustvo hlorida i pH vrednosti).

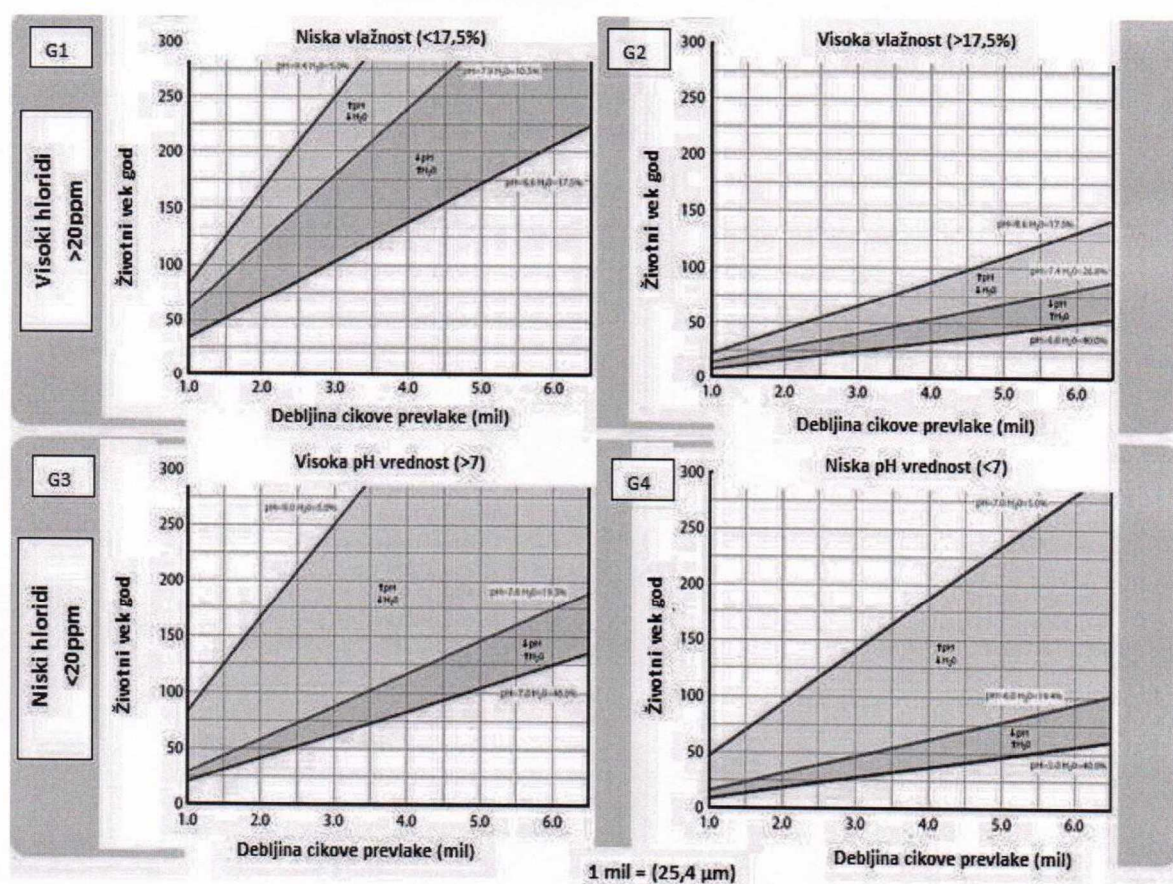
Grafik1 (G1)-pokazuje ponašanje cinkove prevlake u uslovima kada je vlažnost zemljišta niža od 17,5% a koncentracija hlorida veća od 20ppm. Ukoliko pH vrednost raste i vlažnost opada, osobine prevlake su bolje. Predviđeni životni vek u ovakvim uslovima zemljišta je oko 120 god i više.

Grafik 2(G2)-pokazuje ponašanje prevlake u uslovima kada je vlažnost zemljišta viša od 17,5% a koncentracija hlorida veća od 20ppm. Predviđeni životni vek je oko 50 godina ali ako je pH vrednost ispod 7,4 a vlažnost preko 26,8% onda se životni vek smanjuje na 28god.

Grafik 3(G3)-pokazuje ponašanje prevlake u uslovima kada je vlažnost ispod 19,3% i pH vrednost iznad 7,8. Tada je predviđeni životni vek oko 100god, a ako je vlažnost nešto veća a pH nešto niža on se spušta na oko 76 godina.

Grafik 4(G4)-pokazuje ponašanje cinkove prevlake u uslovima kada je vlažnost ispod 19,4% i prosečna pH vrednost 6. Tada je predviđeni životni vek oko 50god, a ukoliko pH poraste iznad 7 a vlažnost bude oko 5% on se može utrostručiti.

Generalno životni vek cinkove prevlake u zemljištu se skraćuje ukoliko ima hlorida u njemu i ukoliko raste vlažnost zemljišta a opada pH vrednost (naročito ako je pH<7).



Slika 5. Predviđeni životni vek cinkove prevlake u zavisnosti od uslova zemljišta.

4. U svežoj vodi

Korozija cinkove prevlake u svežoj vodi je kompleksan proces koji je u velikoj meri kontrolisan nečistoćama koje se nalaze u vodi. Pojam sveža voda se odnosi na sve vrste voda osim morske vode (voda za domaćinstvo, industrijska voda, podzemna, jezerska, kanalska...). Čak i kišnica sadrži kiseonik, azot, ugljen-dioksid i druge gasove sa primesama prašine i dima. Podzemne vode nose sa sobom mikroorganizme, soli od erozije, istrulelu vegetaciju, rastvorne soli kalcijuma, magnezijuma, gvožđa, mangana i suspendovane čestice. Sve ove supstance a i ostali faktori kao što su pH vrednost vode, temperatura i kretanje vode utiču na strukturu i sastav proizvoda korozije koji se formiraju na cinkovoj prevlaci koja je u kontaktu sa vodom. Relativno male promene u sastavu sveže vode mogu izazvati značajne promene u korozionim produktima i brzini korozije cinkove prevlake.

Ne postoje pravila koja vladaju za brzinu korozije cinkove prevlake u svežoj vodi ali se zato zna da je tvrda voda manje korozivna od meke vode. Ukoliko je voda umereno ili jako tvrda, formira se film nerastvornih soli na cinkovoj prevlaci, to se pre sviga misli na formiranje zaštitne barijere kalcijum-karbonata i cink-karbonata koji usporavaju dalju koroziju cinkove prevlake. Pored toga zna se da više rastvorenog kiseonika u vodi uzrokuje veću koroziju, kao i prisustvo anjona koji su posebno agresivni prema cinkovoj prevlaci

ukoliko je njihova koncentracija veća od 50mg/l. Takođe, sa povećanjem brzine protoka vode raste i brzina korozije.

5. U morskoj vodi

Faktori koji utiču na brzinu korozije cinkove prevlake u svežoj vodi takođe utiču i na brzinu korozije u morskoj vodi. Pre svega su to rastvorne soli, sulfidi i hloridi, od čije koncentracije zavise korozivne osobine cinkove prevlake u morskoj vodi. Što je viša koncentracija hlorida u morskoj vodi to je veća brzina korozije cinkove prevlake.

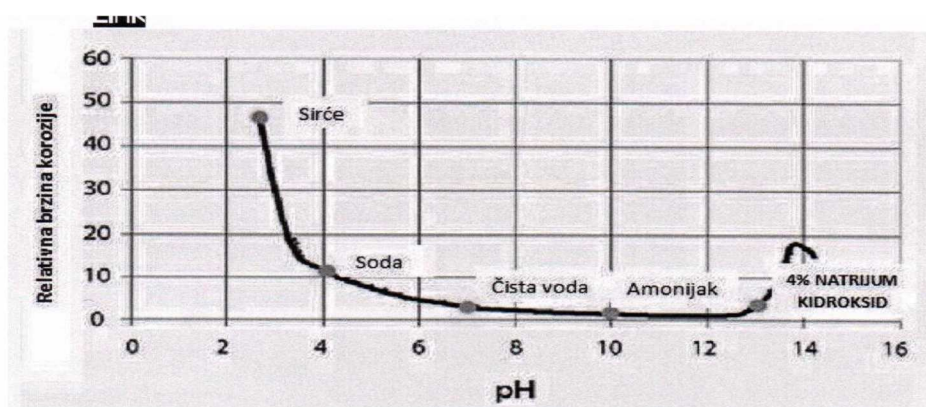
Prisustvo jona kalcijuma i magnezijuma u morskoj vodi ima jak inhibirajući efekat na brzinu korozije cinkove prevlake. Rađene su laboratorijske probe gde je praćena brzina korozije cinkove prevlake u rastvoru natrijum-hlorida, i rezultati pokazuju mnogo bržu koroziju od korozije u morskoj sredini, baš iz tih razloga što u laboratorijskim uslovima nije bilo inhibirajućeg efekta jona kalcijuma i magnezijuma.

Takođe, korozija cinkove prevlake je najmanja kada je pH vrednost vode u opsegu 5,5-12.

6. U rastvorima hemikalija

Osnovni faktor od koga zavisi ponašanje cinkove prevlake u tečnim sredinama je pH rastvora. Cinkova prevlaka se dobro ponaša u rastvorima čiji je pH između 4 i 12,5. Ovo ne mora biti jedino pravilo jer faktori kao što su: protok, aeracija, temperatura, polarizacija i prisustvo inhibitora utiče na brzinu korozije cinkove prevlake.

U rastvorima hemikalija čiji je pH od 4 do 12,5 formira se zaštitni film i on štiti pocinkovani čelik i usporava brzinu korozije. Zaštitni film je hemijskog sastava koji zavisi od osobina hemikalije. Kako većina hemikalija ima pH vrednost u ovom opsegu pocinkovani kontejneri se često koriste za skladištenje i transport hemijskih rastvora. U retkim slučajevima, neke hemikalije mogu i da reaguju sa cinkom pod određenim uslovima i da daju kisele produkte što može dovesti do toga da se značajno ubrza korozija cinkove prevlake.



Slika 6. Najčešće korišćene hemikalije koje se skladište u pocinkovanoj ambalaži.

Na slici 6. su prikazane najčešće korišćene hemikalije koje se uspešno skladište u pocinkovanoj ambalaži.

Kompatibilnost cinkove prevlake sa različitim sredinama odnosno u kontaktu sa različitim hemikalijama data je u tabeli 2.

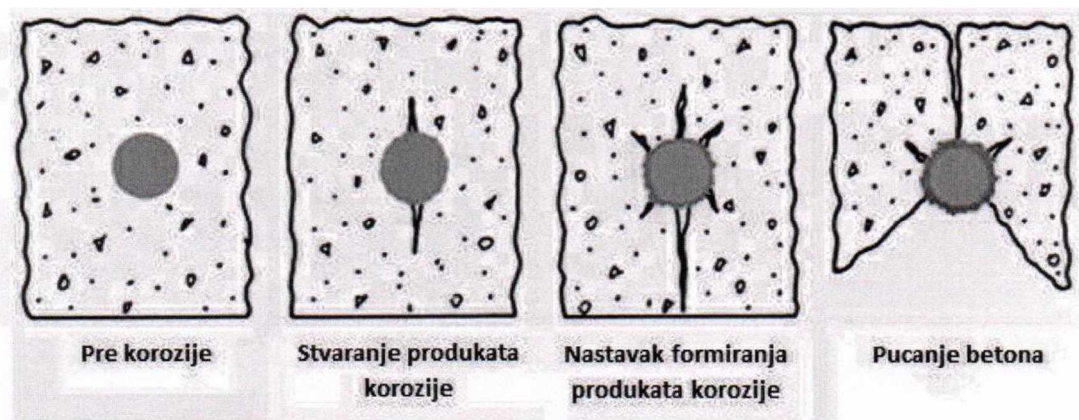
Hemikalija		kompatibilnost
Kiseli rastvori	slabe kiseline (hladne ne protočne) jake kiseline	vrlo dobra loša
Alkoholi	bezvodni mešavine sa vodom napitci	dobra loša loša
Bazni rastvori	do pH 12,5 jaki	vrlo dobra loša
Ugljentetrahlorid		odlična
Srdstva za čišćenje	hlorofluorouglenici	odlična
Deterdženti	inhibirani	dobra
Dizel gorivo	bez sumpora	odlična
Lož ulje	Bez sumpora	odlična
Gas	Prirodni, propan butan	odlična
Glicerin		odlična
Mastila	za štampanje na vodenoj bazi	odlična loša
Insekticidi	čvrsti tečni	odlična loša
Lubrikanti	mineralni, bez kiseline organski	odlična loša
Parafin		odlična
Perhloretilen		odlična
Sredstva za hlađenje	hlorofluorouglenici	odlična
Sapuni		dobra
Premazi za drvo	bakarhromarsen, sveži nakon sušenja	slaba odlična
Trihloretilen		odlična

Tabela 2. Kompatibilnost različitih hemikalija sa cinkovom prevlakom.

7. U betonu

Beton je veoma kompleksan materijal i zbog upotrebe različitih vrsta betona u građevini, hemijske, fizičke i mehaničke osobine betona i njihov odnos sa metalom je veoma bitan. Otpornost prema koroziji metala koji se ugrađuju u beton je veoma važna da bi se održala strukturalna celovitost betona.

Pošto je beton porozan materijal, korozivni elementi kao što su voda, hloridni joni, kiseonik, ugljen-dioksid i drugi mogu da prodru u beton i samim tim dođu do čelika ukoliko je nezaštićen. Kada je koncentracija jednog od ovih elemenata dovoljno visoka da prelazi prag korozije, čelik u betonu počinje da korodira. Kako čelik korodira, njegovi voluminozni produkti korozije stvaraju pritisak i dolazi do pucanja ili drugih oštećenja betona.



Slika 7. Pucanje betona usled korozije čelika.

7.1. Uticaj hloridnih jona

Korozioni mehanizam u betonu je dosta drugačiji od mehanizma korozije u atmosferi jer je najvažniji faktor korozije u betonu koncentracija hloridnih jona. Cinkovani čelik može da izdrži pet puta veću koncentraciju hlorida od necinkovanog čelika.

7.2. Fizičko-hemijske karakteristike produkata korozije

Pored visoke tolerancije na hloride, veoma je važno to što su produkti korozije cinka mnogo manje voluminozni od produkata korozije čelika. Ovi manje voluminozni produkti korozije migriraju od cinkovanog čelika ka unutrašnjosti betona pri čemu se raspoređuju u porama betona što dovodi do smanjenja pritiska u betonu za razliku od onog pritiska koji stvaraju produkti korozije čelika. Zbog toga je pucanje i raspadanje znatno smanjeno ukoliko se koristi cinkovana armatura.



Slika 8. Izgled cinkovane armature u betonu.

7.3. Uticaj pH

Čelik je u betonu izložen jako baznoj sredini, pa je praktično nezaštićen čelik neotporan na pH vrednostima koje su ispod 11,5 dok je cinkovan čelik otporan na ovakav bazni uticaj betona. Pri visokim pH vrednostima koje su u betonu na cinkovanoj

površini se stvara sloj kalcijum-hidoksicinkata koji dalje štiti cinkovanu površinu od korozije. Reakcija stvaranja ovog sloja traje samo dok se beton ne stvrdne ali ovaj sloj ubuduće pruža značajnu zaštitu od baznog uticaja betona.

7.4. Mehanizam reakcije

Tokom očvršćavanja betona površina cinkovanog čelika reaguje sa baznim betonom formirajući stabilne cinkove soli koje su nerastvorne pri čemu se prilikom ove reakcije izdvađa vodonik. Teorijski gledano, postoji opasnost da se nakon reakcije poveća krtost čelika usled apsorpcije vodonika. Laboratorijska ispitivanja su pokazala da oslobođeni vodonik ne prolazi kroz cinkovu prevlaku do osnovnog čelika jer se reakcija završava čim se beton stvrdne (najviše 6 do 10 dana) tako da nema opasnosti po osnovni čelik jer se tokom ove reakcije potrošni najviše 10µm cinkove prevlake na stvaranje kompleksa:

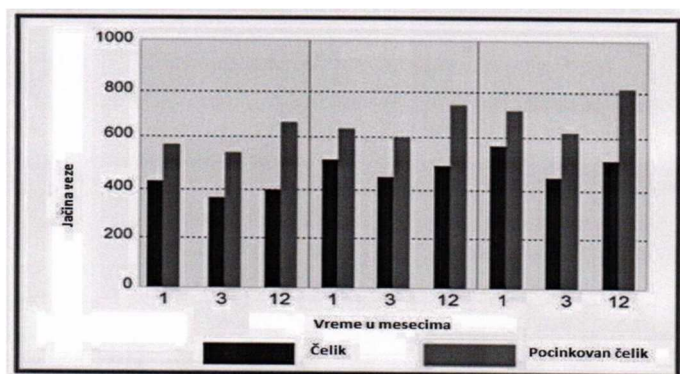


Ova reakcija koja se odigrava na površini cinkove prevlake u svežem betonu može biti kontrolisana prisutvom hromatnog jona (CrO_4^{2-}). Količina od 100-200ppm hromata u betonu ili 50-100ppm Cr^{6+} je dovoljna da inhibira ovu reakciju. Jedno od rešenja kojim bi se eliminisalo stvaranje vodonika tokom reakcije je korišćenje betona u čiju vodu se kao aditiv tokom mešanja stavlja kalijum-dihromat a drugo rešenje može biti da se ovakva cinkovana prevlaka pasivizira u pasivatoru na bazi šestovalentnog hroma pre stavljanja u beton.

7.5. Jačina veze

Jačina veze između betona i cinkove prevlake je odlična. Međutim, obično je potrebno više vremena da se ona razvije od veze između nezaštićenog čelika i betona što zavisi od uticaja sredine odnosno sastava betona.

Na slici 9. se vidi da kako vreme prolazi jačina veze između betona i cinkovanog čelika raste u odnosu na jačinu veze između betona i čelika. Data su poređenja između tri odvojena, nezavisna istraživanja u kojima je sastav betona bio različit.



Slika 9. Jačina veze između betona i cinkovanog čelika u odnosu na vezu betona i čelika.

Veza između cinkovane armature i betona je u stvari jača od veze između nezaštićene armature i betona ili armature premazane epoksidom i betona. Poređenje osobina između cinkovane armature i epoksi zaštićene armature dato je u tabeli 3.

Cinkovan čelik	Osobine	Epoksi zaštićena armatura
Ne	Posebno rukovanje	Poželjno
Ne	Oštećenje od UV zraka	Da
Ne	Dorada nakon ugradnje	Da
Ne	Praznine / rupe	Da
Da	Izrada nakon zaštite	Da
Odlična	Veza sa betonom	Slaba
Ne	Korozija ispod nanosa	Da
Da	Katodna zaštita	Ne
Odlična	Otpornost prema abraziji	Slaba
Svi	Uslovi montaže	t>10 °C

Tabela 3. Osobine cinkovane armature u donosu na epoksi zaštićenu armaturu.

7.6. Životni vek cinkove prevlake u betonu

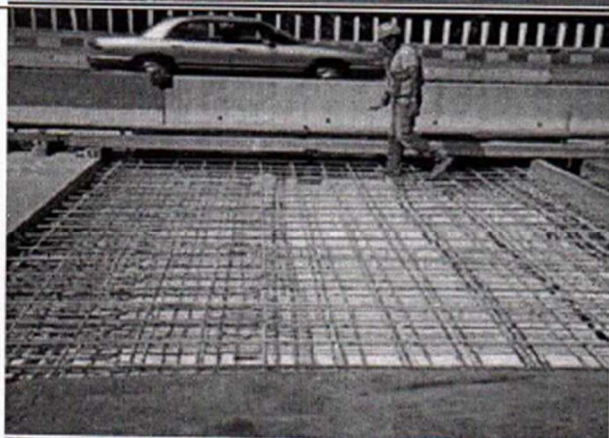
Životni vek cinkove prevlake u betonu jednak je vremenu koje je potrebno da se potroši zaštitna prevlaka na cinkovoj prevlaci (što je pet puta duže od osnovnog čelika zbog visoke tolerancije na hloride) a nakon toga i vremenu da se potroši cinkova prevlaka. Tek kada se potpuno potroši cinkova prevlaka počće korozija. Gubitak cinkove prevlake u ovakvim uslovima obično je 2 $\mu\text{m}/\text{god}$ a može ići i do 5 $\mu\text{m}/\text{god}$ u jako baznim betonima. Generalno, korozija čelika u betonu je obično prouzrokovana prirodnim smanjenjem pH vrednosti betona zbog reakcije sa kiselim gasovima iz atmosfere i/ili prisustvom hloridnih jona iznad graničnih vrednosti.

U Evropi i Americi postoje standardi koji se koriste za armiranje betona koji treba da bude toplo cinkovan (EN 10348 Steel for the reinforcement of concrete-Galvanized reinforcing steel; EN 10080 Steel for the reinforcement of concrete-Weldable reinforcing steel-General; ASTM A 767 Specification for Zinc-Coated (Galvanized) Steel Bars for Concrete Reinforcement).

U nastavku su primeri korišćenja cinkovanog čelika u betonu.



Toplo cinkovane armature se intenzivno koriste od 1950 godine. Jedna od prvih primena cinkovane armature je na mostu na Bermudskim ostrvima 1953 god. Ova sredina je poznata kao izuzetno korozivna i prilikom uzimanja uzoraka nakon 42 godine nivo hlorida oko cinkovane armature je bio $4,3\text{kg/m}^2$ (što je šest puta više od količine potrebne za koroziju crnog čelika) a stanje cinkovane armature je bilo takvo da se moglo reći da je novo cinkovana.

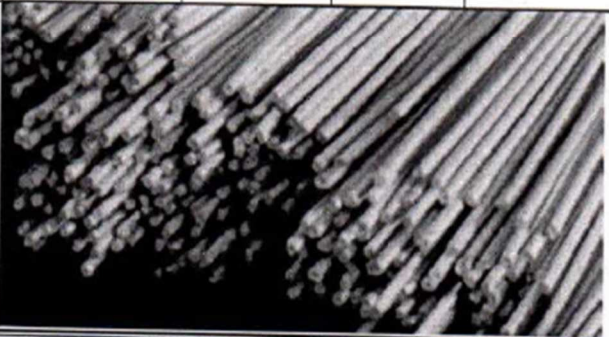


Tokom osamdesetih godina smatrano je da je problem korozije armature na mostovima u Američkoj državi Njujork rešen korišćenjem armature koja je imala epoksi zaštitu. Vrlo brzo pojavile su se sumnje jer su se nakon 4 godine od montaže počele pojavljivati pukotine na mostovima, posle čega je odlučeno da se koriste isključivo toplo cinkovane armature prilikom izgradnje mostova.

Toplo cinkovane armature koristile su se prilikom izgradnje mostova u Floridi, Pensilvaniji, Mičegenu, Vermontu....Godinama kasnije mostovi su pregledani da bi se odredile karakteristike cinkovane armature i predvideo životni vek mostova. Ustanovljeno je na osnovu izmerenih debljina cinkove prevlake da je toplocinkovana zaštita sposobna da obezbedni životni vek još najmanje 50 godina nakon provere (tabela 4).

Most	Godina montaže	Godina pregleda	Debljina cinkove prevlake
Boca Chica Bridge, FL	1972	1999	170 μm
Tioga Bridge, PA	1974	2001	198 μm
Curtis Road Bridge, MI	1976	2002	155 μm
Spring Street Bridge, VT	1971	2002	190 μm

Tabela 4.



Toplo cinkovane armature se zbog svoje velike otpornosti prema koroziji koriste i u mnogim drugim industrijama uključujući uopšte izgradnju objekata, pristaništa, industrijskih objekata, autoputeva, morskih bedema i u brojnim drugim oblastima koje su izuzetno korozivne a u kojima se koristi beton.

8. Na ekstremnim temperaturama

Cinkova prevlaka se ponaša dobro pri ekstremno niskim i visokim temperaturama. Ona ne pokazuje nikakve značajne razlike u brzini korozije na niskim temperaturama i do -40°C . Visoke temperature mogu uticati na prevlaku ukoliko je ona duži vremenski period konstantno izložena na temperaturi većoj od 200°C . Konstantno izlaganje temperaturama koje su veće od ove, može izazvati odlepljivanje spoljašnjeg sloja slobodnog cinka od cink-gvožđe sloja. U svakom slučaju, preostali cink-čelik sloj će obezbediti dobru zaštitu od korozije i nastaviće da štiti čelik dugo vremena, u zavisnosti kolika je debljina ovog sloja.

9. U kontaktu sa drugim metalima

Kada cink dođe u kontakt sa drugim metalom, korozioni potencijal posmatra se kroz bimetalni par koji tada nastaje. Step en korozije zavisi od pozicije drugog metala u odnosu na cink u galvanskoj seriji a u manjoj meri od površine materijala koji su u kontaktu

Manje plemeniti metali (Electronegativni)

Magnezijum

Cink

Aluminijum

Kadmijum

Gvožđe ili čelik

Meki limovi

Olovo

Kalaj

Nikal

Mesing

Bronza

Bakar

Bakar nikl legure

Nerđajući čelik

Srebro

Zlato

Platina

Plemenitiji metali (Electropozitivni)

Ukoliko montaža zahteva kontakt između cinkovanog materijala i bakra ili mesinga u vlažnoj sredini može se očekivati korozija cinkove prevlake. Ukoliko je ovaj kontakt neizbežan moraju se sprovesti mere predostrožnosti koje će onemogućiti električni kontakt između dva metala (neprovodni zaptivači, spojevi moraju biti napravljeni sa izolacijom, moraju se koristiti plastični vijci).

Ukoliko montaža zahteva kontakt između cinkovanog materijala i aluminijuma ili prohroma u umereno blagim atmosferskim uslovima do korozije cinkove prevlake neće doći ili će ona biti veoma slaba.

Ponašanje cinkove prevlake u kontaktu sa različitim metalima dato je u tabeli i ovi podaci služe kao vodič koji pomaže da se predvidi gde se korozija može pojaviti kada je cinkovana površina u kontaktu sa drugim metalom.

U tabeli 5. su dati najčešći metali koji se koriste u izgradnji i koji često dolaze u kontakt sa cinkovom površinom.

Okruženje u kome se cinkova prevlaka nalazi					
Kontakt sa metalom	Atmosfera			Uronjeno	
	Seoska oblast	Industrijska / gradska oblast	Morska oblast	Sveža voda	Morska voda
Aluminijum i legure aluminijuma	0	0 – 1	0 – 1	1	2 – 3
Bronza i mangan, boronzane legure	0 – 1	1	0 – 2	1 – 2	2 – 3
Kadmijum	0	0	0	0	0
Otapdno gvožđe	0 – 1	1	1 – 2	1 – 2	1 – 3
Hrom	0 – 1	1 – 2	1 – 2	1 – 2	2 – 3
Bakar	0 – 1	1 – 2	1 – 2	1 – 2	2 – 3
Bakar nikl legure	0 – 1	0 – 1	1 – 2	1 – 2	2 – 3
Zlato	0 – 1	1 – 2	1 – 2	1 – 2	2 – 3
Olovo	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 2	0 – 2
Magnezijum i legure	0	0	0	0	0
Nikal	0 – 1	1	1 – 2	1 – 2	2 – 3
Nikal bakar legure	0 – 1	1	1 – 2	1 – 2	2 – 3
Nikal hrom gvožđe legure	0 – 1	1	1 – 2	1 – 2	1 – 3
Nikal hrom molibden legure	0 – 1	1	1 – 2	1 – 2	1 – 3
Nikal srebro legure	0 – 1	1	1 – 2	1 – 2	1 – 3
Platina	0 – 1	1 – 2	1 – 2	1 – 2	2 – 3
Rodijum	0 – 1	1 – 2	1 – 2	1 – 2	2 – 3
Srebro	0 – 1	1 – 2	1 – 2	1 – 2	2 – 3
Nerđajući čelik (sa 13% hroma)	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 2	1 – 2
Čelik (nisko ugljenični)	0 – 1	1	1 – 2	1 – 2	1 – 2
Kalaj	0	0 – 1	1	1	1 – 2
Titanijum i legure	0 – 1	1	1 – 2	0 – to 2	1 – 3
0 – prilikom kontakta cinka i metala nema korozije					
1 – blaga ili umerena korozija koja može biti prihvatljiva pod određenim uslovima					
2 – jaka korozija, potrebno je preduzeti dodatne mere zaštite					
3 – veoma jaka korozija, kontakt treba izbegavati					

Tabela 5. Najčešći metali koji se koriste u izgradnji i koji često dolaze u kontakt sa cinkovom površinom.

10. Zaključak

Karakteristike cinkove prevlake u različitim atmosferskim uslovima, zemljištu, svežoj i morskoj vodi, rastvorima hemikalija, betonu, ekstremnim temperaturama i u kontaktu sa drugim metalima su opisani u prethodnim poglavljima iz kojih se može zaključiti da je u svakoj od ovih kategorija toplo cinkovanje efikasan i izdržljiv način zaštite od korozije sa predvidivim životnim vekom cinkove prevlake koja obezbeđuje dugotrajnu zaštitu od korozije.