

Dr Vladimir Vujičić,
pukovnik, dipl. inž.
Tehnička uprava GŠ VJ,
Beograd

ATMOSFERSKA KOROZIJA METALA U USLOVIMA AEROZAGAĐENJA

UDC: 620.193.2:504.3.054

Rezime:

U radu je opisan mehanizam atmosferske korozije i uticaj pojedinih faktora na brzinu atmosferske korozije metala. Detaljnije je opisan uticaj vlažnosti vazduha i aerozagađenja na atmosfersku koroziju metala.

Ključne reči: korozija, relativna vlažnost, kritična vlažnost, aerozagađenje

ATMOSPHERIC CORROSION OF METALS UNDER CONDITIONS OF AIR POLLUTION

Summary:

The mechanism of atmospheric corrosion and the influence of relevant factors on the rate of atmospheric corrosion of metals are described. The effects of air humidity and air pollution on atmospheric corrosion of metals are treated in detail.

Key words: corrosion, relative humidity, critical humidity, air pollution.

Uvod

Atmosferska korozija je najrasprostranjeniji oblik elektrohemijske korozije. Odvija se u vazduhu ispod tankog sloja vlage na površini metala, u zatvorenom i otvorenom prostoru.

Atmosferska korozija deluje razorno na metalnu opremu i uređaje. Podležu joj sve metalne konstrukcije koje se nalaze pod atmosferskim uticajem, kao što su: mostovi, cevovodi, železnički vozni parkovi, automobili, avioni, palube i unutrašnjost brodova, uređaji hemijskih i metalurških preduzeća, naftovodi, poljoprivredne mašine, dalekovodi, rudarska oprema, TMS u vojsci i drugi uređaji i oprema.

Gubici nastali usled delovanja atmosferske korozije su veliki. Procenjuje se da više od 50% ukupnih korozio-

nih gubitaka metala nastaje usled atmosferske korozije.

Materijalne i druge štete koje nastaju zbog atmosferske korozije mogu se smanjiti izvođenjem pravilne, pravovremene i stručne zaštite metala. Zaštita može biti efikasna samo ako se onemogućiti delovanje svih spoljnih i unutrašnjih faktora, uzročnika atmosferske korozije. Radi iznalaženja najefikasnijeg oblika zaštite potrebno je poznavati mehanizam atmosferske korozije metala i uticaj spoljnih i unutrašnjih faktora na njen razvoj.

Mehanizam atmosferske korozije

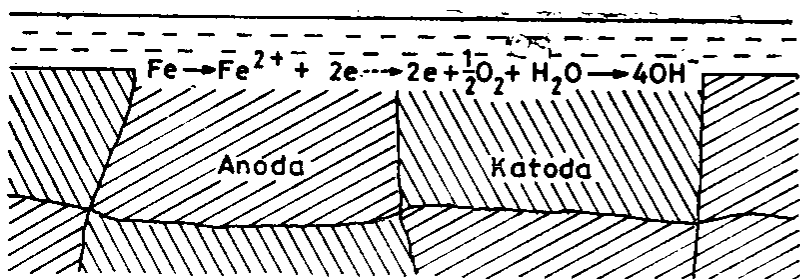
Atmosferska korozija je elektrohemijski proces, što znači da se na površini metala nalaze anodna i katodna

mesta, koja omogućavaju odvijanje elektrohemijskih reakcija. Korozija se odvija ispod sloja vlage ili ovlaženih produkata korozije na površini metala. Primarni elektrolit sastoji se od razblaženog vodenog rastvora vrlo slabe ugljenične ili neke druge kiseline, koje nastaju adsorpcijom odgovarajućih gasova iz vazduha u sloj vlage na metalu.

Pri atmosferskoj koroziji odvija se elektrohemijska oksidacija metala (anodno rastvaranje metala) i elektrohemijska redukcija kiseonika, vodoničnih jona ili drugih jona i molekula.

Atmosferska korozija se, uglavnom, odvija uz redukciju kiseonika rastvorenog u opni vlage. Redukcija kiseonika teče po istom mehanizmu kao i u elektrolitima. Proces se odvija brže, jer kiseonik jednostavnije dolazi do površine metala zbog neznatne debljine sloja vlage [8].

Pri atmosferskoj koroziji reakcije oksidacije metala i redukcije agensa odvijaju se ako je elektrohemijski potencijal metala u posmatranoj sredini negativniji od elektrohemijskog potencijala redukcije oksidacionog sredstva. Korozija nastaje usled delovanja lokalnih galvanskih spregova koji se nalaze na površini metala (slika 1).



Sl. 1 — Šematski prikaz korozije gvožđa ispod sloja vlage

Pri koroziji gvožđa, na anodnim površinama nastaju fero-joni i elektroni:



Nastali elektroni troše se na katodnim površinama prvenstveno veziva-

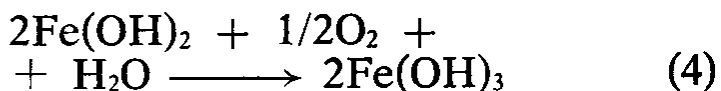
njem za kiseonik i vodu uz stvaranje hidroksilnih jona:



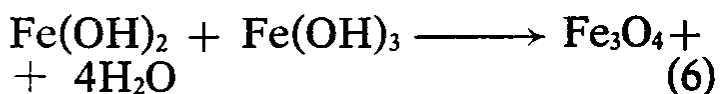
Sekundarno se odvijaju razni hemijski procesi koji daju čvrste produkte atmosferske korozije:



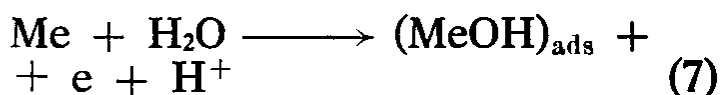
Produkt $\text{Fe}(\text{OH})_2$ transformiše se u Fe_2O_3 :



U određenim uslovima može nastati magnetit:



Anodni proces rastvaranja metala zavisi od debljine sloja vlage. Pri malim debljinama, korozija je usporena zbog pojave pasivnosti metala i smanjene količine vode potrebne za hidrataciju jona metala. Povećanjem debljine adsorpcionog sloja vode dolazi do razaranja stvorenog adsorbovanog kompleksa [7]. Prema tome, brzina korozije metala ispod sloja vlage određena je kinetikom stvaranja i razaranja adsorbovanog kompleksa:



Kod ugljeničnih čelika korozioni produkt sastoji se od železnih hidrok-sida, oksida i oksihidrata. Produkti korozije mogu ostati u kontaktu sa metalnom površinom i u određenoj meri usporiti dalji proces korozije. Na žalost, korozioni produkt u tom pogledu ima loše zaštitne osobine, pa su ugljenični čelici neotporni prema atmosferskoj koroziji.

Prema atmosferskoj koroziji stabilniji su cink, olovo, kalaj, aluminijum i njegove legure, bakar i njegove

legure, nerđajući čelici i plemeniti metali, i to, pre svega, zbog plemenitosti samog metala ili zbog zaštitne sposobnosti stvorenih korozivnih produkata. Ipak i na ovim metalima se javljaju oštećenja usled atmosfere korozije.

Faktori atmosfere korozije

Na brzinu i mehanizam atmosfere korozije utiču brojni faktori od kojih su najvažniji:

- vlažnost vazduha,
- sastav atmosfere,
- vreme zadržavanja elektrolita na površini metala,
- temperatura vazduha,
- fizičko-hemijska svojstva produkata korozije.

Vlažnost vazduha je jedan od najvažnijih faktora koji određuje brzinu atmosfere korozije. Vazduh predstavlja smešu suvog vazduha, vodene pare i drugih gasova. Količina vodene pare zavisi od temperature vazduha, geografskog položaja, blizine većih vodenih površina, površina sa bujnom vegetacijom, itd.

Količina vodene pare u vazduhu definisana je relativnom vlažnošću, koja predstavlja odnos apsolutne (AV) i maksimalne vlažnosti (MV) na istoj temperaturi.

Apsolutna vlažnost predstavlja količinu vodene pare u 1 m³ vazduha pri nekoj temperaturi, a maksimalna — maksimalnu količinu vodene pare pri istoj temperaturi.

Relativna vlažnost (RV) izražava se u procentima, a može se definisati i preko parcijalnih pritiska vodene pare u vazduhu (p_x) i parcijalnog pritiska zasićene vodene pare (p_y) u vazduhu na istoj temperaturi:

$$RV = \frac{AV}{MV} 100 = \frac{p_x}{p_y} 100 \quad (9)$$

Smanjenjem temperature ili povećanjem količine vodene pare u vazduhu apsolutna vlažnost u određenom trenutku dostiže vrednost zasićenja, tako da se pri daljem hlađenju odvija kondenzacija vodene pare. Temperatura pri kojoj započinje kondenzacija vodene pare naziva se tačka rose.

Prema sadržaju vodene pare vazduh može biti:

- vrlo suv (do 30% RV);
- suv (od 30 do 60% RV);
- vlažan (od 60 do 80% RV);
- veoma vlažan (preko 80% RV).

Prema sadržaju vodene pare u vazduhu, atmosfere korozija može biti:

- suva, odvija se pri RV do 60%,
- vlažna, odvija se pri RV od 60% do 100%,
- mokra, odvija se pri 100% RV.

Suva atmosfere korozija nastaje u suvom vazduhu, u uslovima kada nije moguća kondenzacija vodene pare na površini metala. Korozija se odvija vrlo sporo pod dejstvom kiseonika iz vazduha, po zakonima hemijske kinetike, i sasvim je bezopasna. Produkt suve korozije je sloj oksida, debljine nekoliko mikrometara, koji ostaje u kontaktu sa metalom i može da uspori dalji proces korozije i u uslovima veće vlažnosti.

Pri većem sadržaju vlage na površini metala, suva atmosfere korozija prelazi u vlažnu, odnosno mokru atmosfere koroziju.

Vlažna i mokra atmosfere korozija metala najčešći su i najrasprostranjeniji oblici atmosfere korozije. Na našem podneblju najčešće dolazi do vlažne korozije, pa je i njeno delovanje znatnije od delovanja mokre korozije.

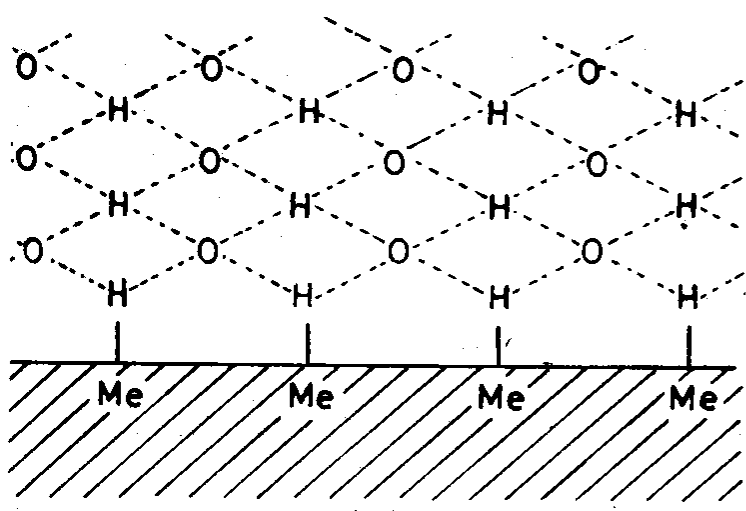
Vlažna atmosfere korozija odvija se ispod sloja vlage na površini metala, koji se formira usled adsorpcio-

nog delovanja metalne površine na vodenu paru u vazduhu i kondenzacije vodene pare na površini metala, čija je temperatura niža od temperature vazduha.

Mokra atmosferska korozija odvija se ispod vidljivog sloja vlage na površini metala pri stoprocentnoj vlažnosti vazduha. Korozija nastaje pri neposrednom delovanju kiše, snega i vodene pare na površinu metala.

Vlaga se sastoji od nekoliko monomolekularnih slojeva vode. Pri manjim vlažnostima sloj vlage je tanji i čvrsto je vezan za površinu metala. Ta veza slabi sa povećanjem debljine sloja vlage. Vlaga se može uočiti jedino pri orošavanju, kada se na površini metala nalazi preko 90 monomolekularnih slojeva vode [4].

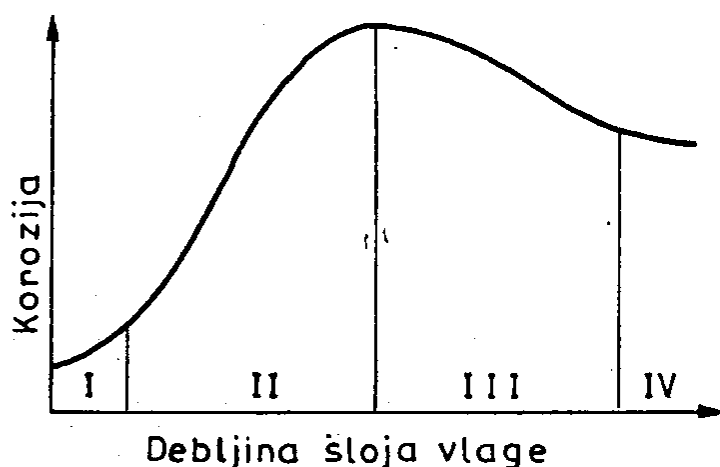
Vezivanje molekula vode za površinu metala odvija se preko atoma metala i preko stvorenih oksida ili hidrokksida, koji služe kao centri za hemijsku ili fizičku adsorpciju molekula vode [4, 6]. Jedan od načina vezivanja molekula vode za površinu metala prikazan je na slici 2.



Sl. 2 — Šematski prikaz vezivanja molekula vode za površinu metala

Brzina atmosferske korozije zavisi od debljine sloja vlage na površini metala [1]. U relativno suvoj atmosferi formira se tanak sloj vlage koji čvrsto prijanja za površinu metala i ispod kojeg dolazi do neznatne korozije (po-

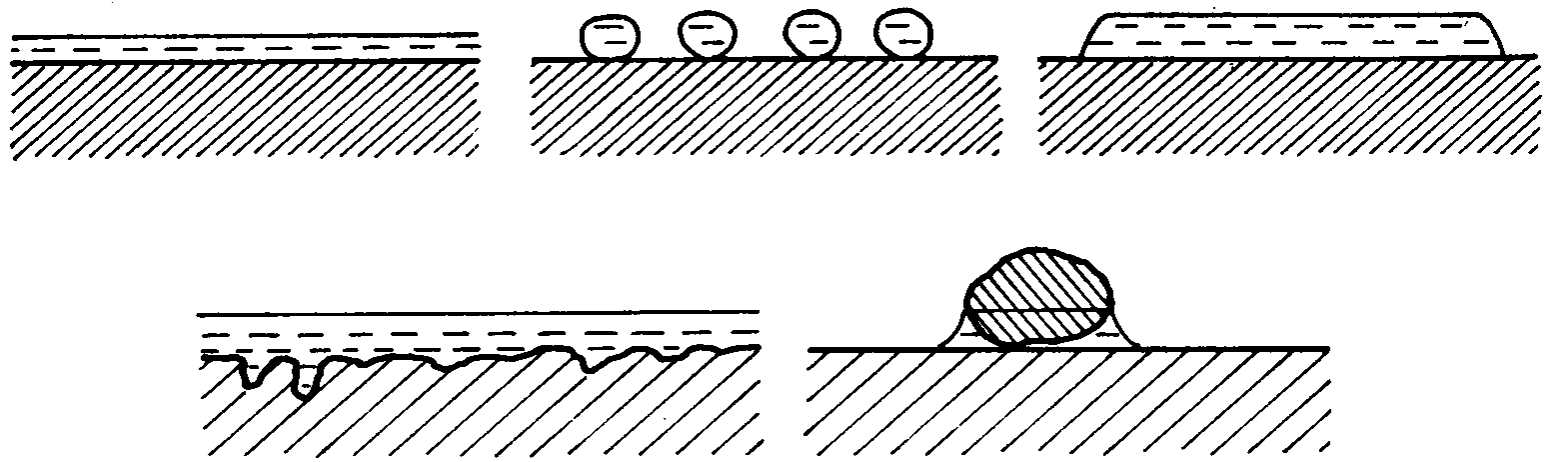
dručje I na slici 3). Znatno veća brzina korozije je u području II, jer usled hemijske adsorpcije dolazi do povećanja debljine sloja vlage do $0,1 \mu\text{m}$. U ovom području dolazi do promene mehanizma korozije od hemijskog u elektrohemijski. Povećanjem sloja vlage do 1 mm dolazi do smanjenja brzine korozije zbog otežane difuzije kiseonika do površine metala (područje III). Daljnje povećanje debljine sloja vlage (područje IV) prouzrokuje neznatno smanjenje brzine korozije (mokra atmosferska korozija).



Sl. 3 — Zavisnost brzine korozije gvožđa od debljine sloja vlage na površini metala

Debljina sloja vlage zavisi od mnogih faktora od kojih su najbitniji: relativna vlažnost vazduha, temperatura vazduha, temperatura metala i stanje površine metala.

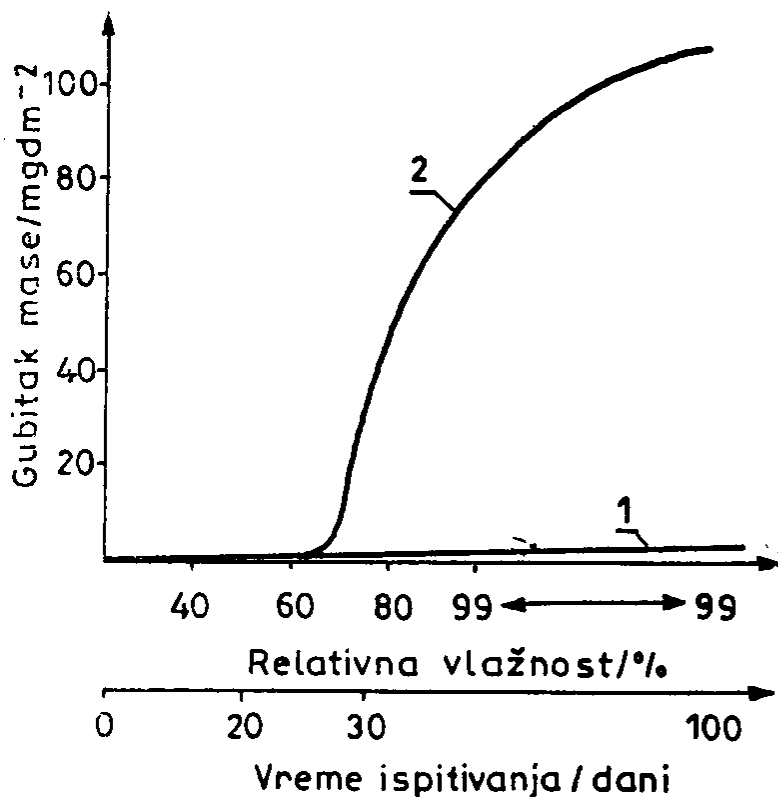
Šematski prikaz formiranja sloja vlage dat je na slici 4 [1, 5]. U uslovima relativne vlažnosti vazduha manje od 100% na glatkoj metalnoj površini obrazuje se adsorpcioni sloj vlage (slika 4a). Snižanjem temperature dolazi do kondenzacije vodene pare u vidu kapi čija veličina zavisi od prirode i stanja površine metala (slika 4b). Pri daljoj kondenzaciji vodene pare kapi se slijavaju i stvaraju kompaktni sloj vlage po celoj površini metala (slika 4c). Ukoliko je površina hrapava ili ako se na površini nalaze udubljenja ili čestice prašine, to se u udubljenjima, pukotinama i ispod čvrstih čestica formira debeli sloj vlage (slike 4d i 4e).



Sl. 4 — Šematski prikaz formiranja sloja vlage na površini metala

Uticaj relativne vlažnosti vazduha na brzinu korozije gvožđa prikazan je na slici 5. Vidi se i da je vazduh čist i pri stopostotnoj relativnoj vlažnosti deluje kao slab agens korozije na gvožđe. Međutim, kada se u vazduhu nalazi samo 0,01% SO_2 brzina korozije se povećava za sto puta. Relativna vlažnost, pri kojoj dolazi do naglog povećanja korozije, naziva se kritična vlažnost [2, 3].

Veličina kritične vlažnosti zavisi od stanja površine metala, prisutnih produkata korozije, temperature vazduha, prirode i koncentracije agensa korozije u atmosferi, itd.



Sl. 5 — Korozija gvožđa u zavisnosti od vlažnosti i zagađenosti vazduha
1 — vazduh bez SO_2 , 2 — vazduh sa 0,01% SO_2

Kritična vlažnost za gvožđe, u nezagađenoj atmosferi, javlja se pri oko 70% relativne vlažnosti vazduha, a u industrijskim sredinama i primorskom pojasu i pri znatno manjim vrednostima.

Bakar je stabilan u čistom i suvom vazduhu. Do korozije bakra dolazi samo u atmosferi koja sadrži nečistoće, prvenstveno sumpordioksid. Naglo povećanje brzine korozije bakra nastaje u vazduhu čija je relativna vlažnost oko 75%, što odgovara kritičnoj vlažnosti za bakar.

Kritična vlažnost za cink, aluminijum i njegove legure nalazi se, takođe, pri relativnoj vlažnosti vazduha oko 75%.

Po karakteru hemijskih i elektrohemijskih svojstava, zagađivanja u vazduhu mogu biti neutralna, kisela, oksido-redukciona i mešovita.

Neutralne zagađivače čine komponente sastava soli morske vode u obliku hlorida, sulfata, bromida i jodida. Ove soli obezbeđuju bolju higroskopnost, a njihov visoki stepen disocijacije znatno smanjuje omsku otpornost vlažnog sloja. Korozijom nastaju lako rastvorljivi produkti, usled čega se brzina rastvaranja povećava.

Kisele primese sačinjavaju kiseli gasovi para kiselina koje su sastavni delovi produkata industrijskih gasova. One smanjuju pH vrednost provodljivog sloja, pa je u industrijskim sredinama moguća korozija i uz vodoničnu depolarizaciju.

U oksido-redukcijske zagađivače spadaju oksidi sumpora i azota. U njihovom prisustvu odvija se korozija gvožđa i bez prisustva kiseonika i vodene pare.

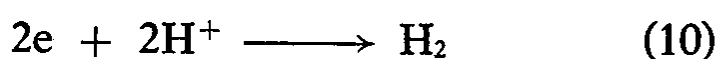
Mešovite zagađivače predstavljaju jedinjenja čvrste, tečne i gasovite faze, koja su široko rasprostranjena u prirodi. Posebno su značajne čvrste primese koje nemaju neposredni uticaj na koroziju metala, ali ako su higroskopske (na primer, čestice prašine i uglja) stimulišu proces korozije.

Prema zagađenosti atmosfere klimatsko područje, u korozionom pogledu, može biti morsko, kontinentalno i industrijsko. Svako od navedenih atmosferskih područja karakteriše tipičan korozioni agens i odgovarajuća klima. Morsku atmosferu karakteriše prisustvo hlorida, velika relativna vlažnost i visoka temperatura vazduha. Industrijsku klimu karakteriše visok sadržaj sumpordioksida i drugih gasova, a kontinentalnu velika kolebanja temperature i relativne vlažnosti vazduha.

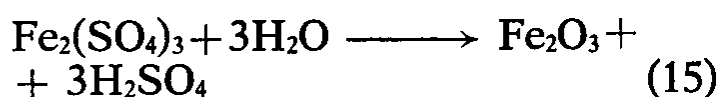
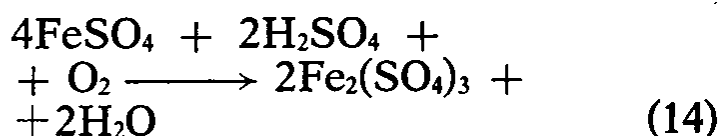
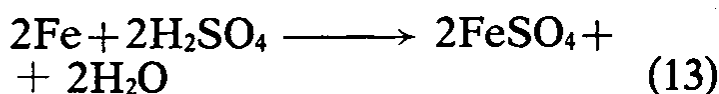
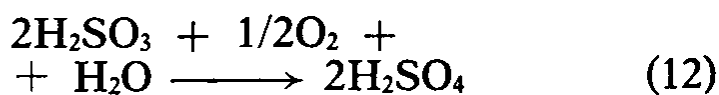
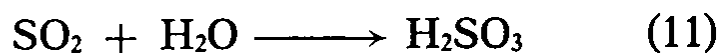
Sumpordioksid spada u grupu najvažnijih gasovitih zagađivača. Nastaje kao produkt sagorevanja jedinjenja sumpora iz uglja i tečnih goriva. Ugalj za loženje sadrži preko 4% gorivog sumpora, što znači da se sagorevanjem jedne tone uglja stvara preko 40 kg, odnosno 13 m³ ovog štetnog gasa [9]. Tečna goriva sadrže 0,5 do 2% sumpora.

U industrijskim centrima i velikim gradovima u vazduhu se može naći preko 200 mg SO₂ g/m³ [8]. Velika koncentracija sumpordioksida je naročito izražena u poznom jesenjem periodu i tokom cele zime.

Sumpordioksid je lako rastvorljiv u vodi, pa se u vlažnoj atmosferi stvara rastvor sumporaste kiseline, čija se pH vrednost kreće od 3 do 5. U takvim sredinama korozija metala se odvija i uz redukciju vodoničnih jona:



O karakteru atmosferske korozije u prisustvu sumpordioksida ne postoji jednoznačno tumačenje. Pretpostavlja se da sumpordioksid oksidiše do sumportrioksida koji u prisustvu vode daje sumpornu kiselinu. Nastala kiselina aktivira proces korozije:

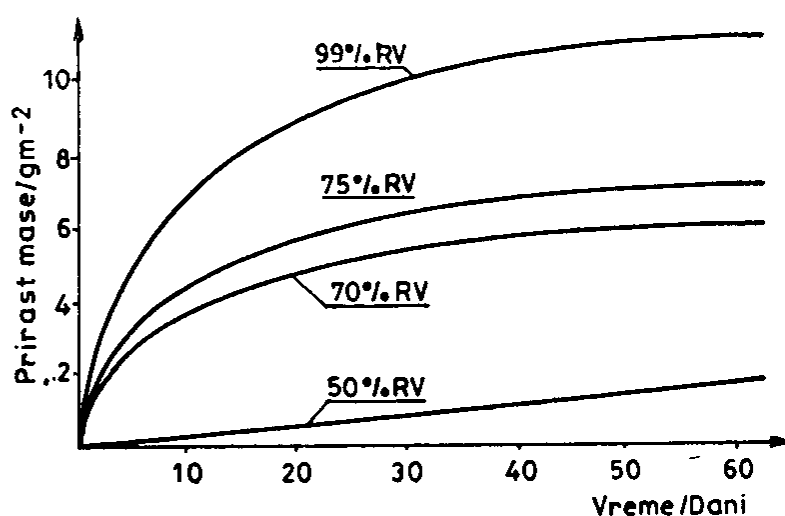


Moguća je i transformacija sulfata u hidroksid, odnosno koroziju, uz stvaranje sumporne kiseline:



Uticaj sumpordioksida na korozionu postojanost gvožđa u atmosferi različite vlažnosti vazduha prikazan je na slici 5 i 6.

Važniji gasoviti zagađivači atmosfere su i: sumporovodonik, hlor, hlorovodonik, oksidi azota, amonijak, ugljenmonoksid i ugljendioksid.



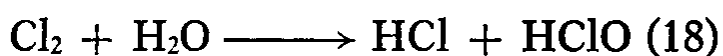
Sl. 6 — Uticaj vlažnosti vazduha na koroziju čelika u prisustvu 0,01% SO₂

Sumporovodonik nastaje raspada-
njem nekih organskih materija, a sa
vodom daje slabu kiselinu koja ubrza-
va proces korozije.

Hlor i hlorovodonik nalaze se u
vazduhu u blizini postrojenja hemijske
i tekstilne industrije. U njihovom pri-
sustvu odvija se korozija ugljeničnog
čelika, sivog liva, nikla, bakra, mesinga
i aluminijuma. Hlor može dejstvovati
kao agens korozije:



i kao HCl, jer sa vodom daje sonu i
hipohlorastu kiselinu koja lako otpušta
kiseonik:



Azotni oksidi javljaju se u proce-
sima u hemijskoj industriji. Rastvara-
njem u vodi daju vrlo jaku azotnu i
nestabilnu azotastu kiselinu. Obe kise-
line stimulišu koroziju olova, kalaja,
srebra, nikla, bakra i legura bakra.

Amonijak nastaje raspadom mno-
gih organskih materija, i u nekim pro-
cesima u hemijskoj industriji. Sa vo-
dom daje rastvor amonijumhidroksida,
koji stimuliše koroziju bakra, legura
bakra, nikla i cinka.

Sadržaj ugljendioksida u vazduhu
varira od 0,03% do 0,5%. Ugljendiok-
sid sa vodom daje elektrolit čija se pH
vrednost kreće od 5 do 6. Povećanje
koncentracije ugljendioksida neznatno
stimuliše atmosfersku koroziju gvož-
đa.

Navedena gasovita zagađenja ne
javljaju se pojedinačno, već u raznim
kombinacijama, a istovremeno prisus-
tvo više gasova stimuliše koroziju ve-
ćeg broja metala.

Čvrsti atmosferski zagađivači su
razne vrste prašine koje nastaju delo-
vanjem vetra i čoveka (u industriji i
građevinarstvu). Dimenzije čestica pra-
šine kreću se od 0,1 do 300 μm , a nji-
hova koncentracija u vazduhu može
iznositi i nekoliko g/m^3 .

Čestice prašine mogu biti organ-
ske i neorganske, rastvorljive i nera-

stvorljive. S korozionog stanovišta če-
stice prašine mogu biti:

— koroziono aktivne,

— koroziono neaktivne, ali da do-
bro adsorbuju koroziono aktivne gaso-
ve, naročito sumpordioksid,

— koroziono neaktivne, i da ne ad-
sorbuju gasove iz vazduha.

Ova klasifikacija nije generalna,
jer se čestice prašine često sastoje od
više materija različitog karaktera.

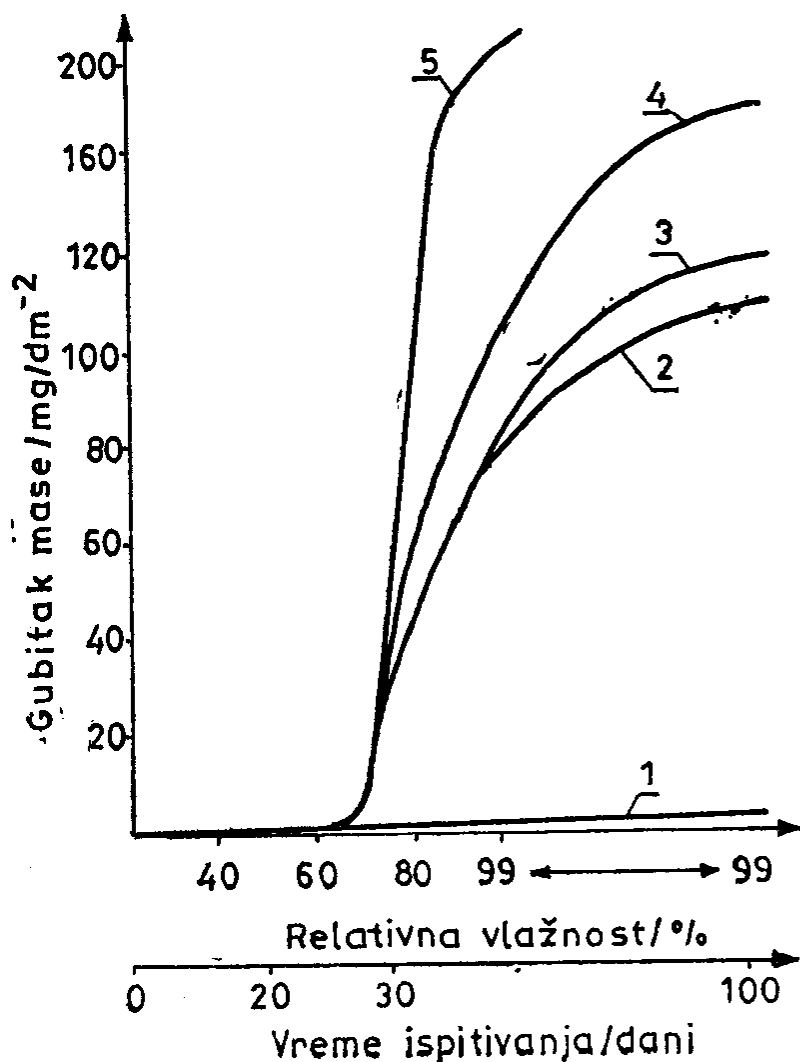
Koroziono aktivne čestice prašine
uglavnom čine soli koje nastaju suše-
njem kapljica morske vode u vazduhu,
ili kao produkt hemijske industrije.
Glavni sastojak morske prašine je NaCl,
a ostatak se sastoji od magnezijum,
kalcijum i kalijum halogenida, sulfata,
bikarbonata i drugih soli. Soli su hi-
groskopne pa se u njihovom prisustvu
na površini metala najčešće odvija mo-
kra korozija. Zbog toga se kritična
vlažnost, za veći broj metala, nalazi is-
pod 50% relativne vlažnosti.

Amonijak i njegove soli prisutne
su u atmosferi kao produkti postroje-
nja hemijske industrije. Amonijum-
jon može kompleksirati razne jone i
na taj način stimuliše koroziju bakra,
cinka i drugih metala. Kod mesinga
može doći do sezonskog pucanja usled
interkristalne korozije.

U koroziono neaktivne čestice spa-
daju čađ, ugljena prašina i pepeo. Na-
staju nepotpunim sagorevanjem raz-
nih vrsta goriva, a odlikuju se velikom
adsorpcijom gasova i para, što utiče
na povećanu koroziju metala (slika 7).

Nekorozivna prašina nije rastvor-
ljiva u vodi. Sastoji se od čestica sili-
katnih materijala, cementa, korozionih
produkata, bioloških otpadaka, itd.
Ovakva prašina nema adsorpcijska
svojstva i njeno prisustvo ne stimuliše
koroziju metala katodnim delovanjem.
Međutim, u korozionom pogledu ona
se ne može smatrati potpuno inertnom,
jer olakšava kapilarnu kondenzaciju
vlage, otežava sušenje metalne površi-
ne i prouzrokuje koroziju usled dife-
rencijalne aeracije, odnosno koroziju
u zazorima.

Brzina atmosfarske korozije zavisi od strukture i sastava metala. Neke primese kod tehničkih metala mogu delovati kao inhibitori, a druge kao stimulatori korozije.



Sl. 7 — Uticaj čvrstih čestica u vazduhu na koroziju gvožđa

1 — čestice uglja bez SO_2 , 2 — atmosfera sa 0,01% SO_2 , 3 — čestice SiO_2 i 0,01% SO_2 , 4 — čestice $(NH_4)_2SO_4$ i 0,01% SO_2 , 5 — čestice uglja i 0,01% SO_2

Temperatura vazduha, odnosno njene promene važan su faktor atmosfarske korozije. Brzina korozije se povećava sa temperaturom, jer se time povećava kinetika elektrohemijskih reakcija.

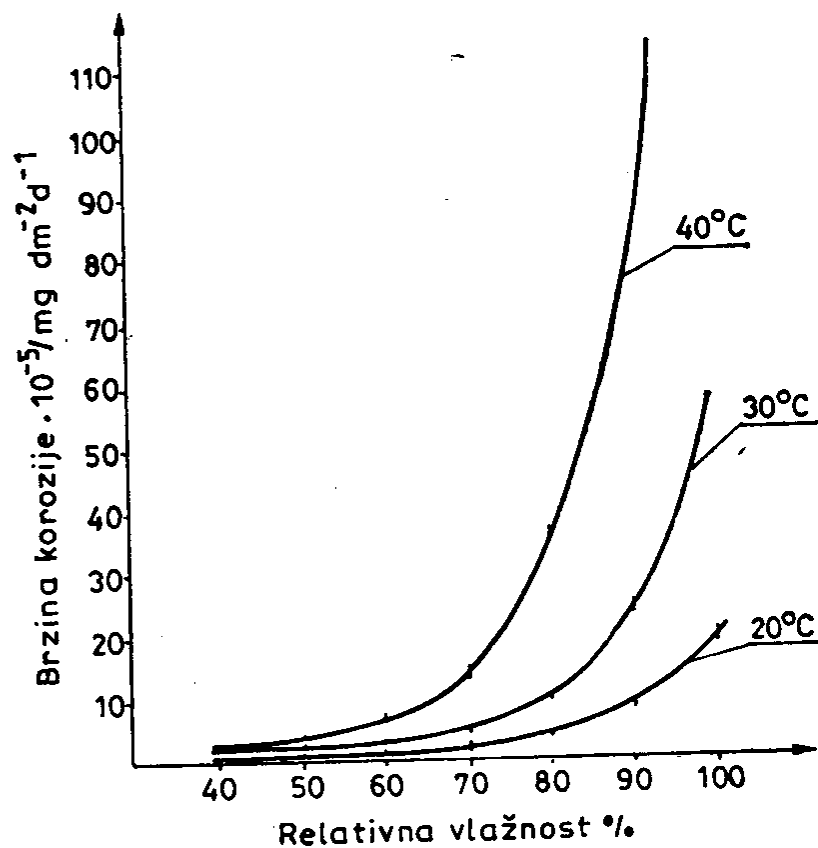
Brzina korozije se naglo menja pri prelazu elektrolita iz jednog agregatnog stanja u drugo; opada pri zamrzavanju elektrolita, a povećava se pri topljenju leda. Smanjenje brzine korozije objašnjava se činjenicom da u čvrstoj fazi ne dolazi do difuzije kiseonika i mešanja elektrolita.

Temperatura vazduha utiče na dužinu zadržavanja sloja vlage na površini metala, a samim tim i na brzinu atmosfarske korozije. Brzina korozije gvožđa se praktično ne menja ispod sloja vlage koji se stalno obnavlja. Sa povećanjem temperature ona linearno raste, što se objašnjava činjenicom da se brzina korozije usled smanjene koncentracije kiseonika u elektrolitu pri povišenim temperaturama kompenzuje većom brzinom hemijske reakcije u tim uslovima.

U slučajevima kad se sloj vlage ne obnavlja, brzina korozije gvožđa raste sa povećanjem temperature do određene granice, a zatim se smanjuje zbog smanjenja debljine usled isparavanja sloja vlage.

Rezultati ispitivanja uticaja temperature i relativne vlažnosti na brzinu atmosfarske korozije čelika prikazani su na slici 8. Sa povećanjem temperature i relativne vlažnosti dolazi do znatnog povećanja brzine korozije čelika [11].

Temperaturne promene nastale u toku dana i noći ubrzavaju proces korozije. Preko noći i ujutro veća je re-



Sl. 8 — Uticaj temperature i relativne vlažnosti vazduha na brzinu korozije čelika

lativna vlažnost vazduha zbog niskih noćnih i jutarnjih temperatura. Isto tako, kada je temperatura vazduha veća od temperature metala dolazi do kondenzacije vodene pare, čime se ubrzava proces korozije.

Godišnje doba, takođe, utiče na brzinu atmosferske korozije. U toku proleća i jeseni korozija je intenzivnija zbog većih padavina i niže temperature vazduha, koja omogućava da se vlaga duže zadrži na površini metala.

Produkti korozije utiču na karakter razvoja atmosferske korozije sa vremenom. Njihov uticaj nije isti kod svih metala zbog nejednakih osobina produkata korozije.

Na površini olova, aluminijuma, bakra, mesinga i kalaja u atmosferskim uslovima stvara se sloj produkata korozije koji usporavaju dalji razvoj korozije (slika 9). Korozija nikla i cinka menja se po paraboličnoj zakonitosti. Brzina korozije gvožđa vremenom postaje sve veća, da bi se nakon određenog vremena počela smanjivati.

Primeri razvoja atmosferske korozije pokazuju da je brzina korozije metala u uskoj vezi sa prirodom obrazovanih produkata korozije. Produkti ko-

rozije mogu da deluju na razvoj korozije kao pasivatori i aktivatori. Produkt korozije usporava koroziju ako se formira kompaktan sloj koji je stabilan i čvrsto prianja uz površinu metala. Međutim, ukoliko nastaju higroskopni produkti, brzina korozije takvih metala povećava se sa vremenom, što se naročito uočava kod gvožđa (slika 9). Higroskopni produkti korozije nastaju na bakru i niklu u atmosferi koja sadrži sumpordioksid i sumportrioksid, kao i na cinku u atmosferi sa gasovitim hlorovodonikom.

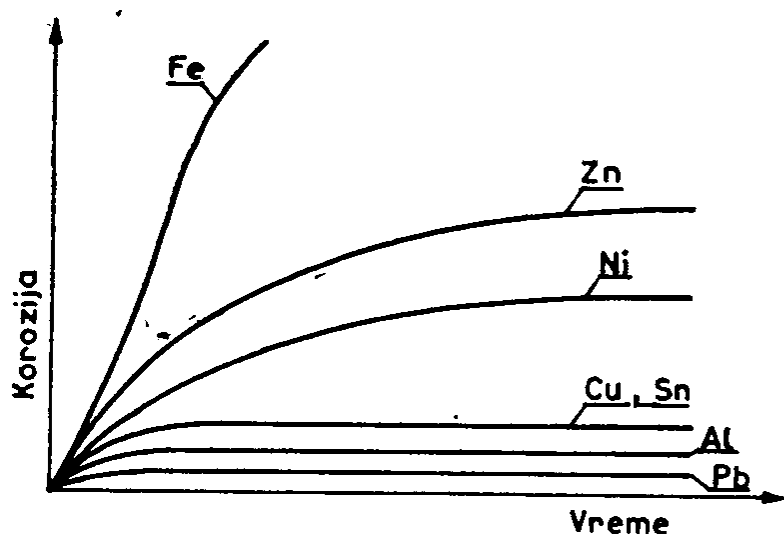
U istoj atmosferi metali i legure različito reaguju. Gvožđe je nestabilno i u relativno čistoj vlažnoj atmosferi, bakar i njegove legure brzo podležu koroziji u atmosferi sa neznatnom količinom amonijaka, dok u takvoj sredini nikal ne korodira. U atmosferi u kojoj ima sumpordioksida ili sumporovodonika, jedino je olovo stabilno, jer se obrazuje produkt korozije koji ima zaštitno svojstvo.

U atmosferi koja sadrži čestice soli većina tehničkih metala i legura sklona je intenzivnoj koroziji zbog delovanja hlorida kao aktivatora korozije.

Zaključak

Atmosferska korozija je poseban oblik elektrohemijske korozije koja se odvija ispod sloja vlage na površini metala. Korozija se, uglavnom, odvija uz redukciju kiseonika. Na brzinu atmosferske korozije utiču: vlažnost vazduha, zagađenost atmosfere, vreme zadržavanja elektrolita na metalnoj površini i temperatura vazduha.

Štete koje nastaju zbog atmosferske korozije su velike, pa se zaštiti metalnih delova i sklopova konstrukcija mora poklanjati posebna pažnja.



Sl. 9 — Uticaj vremena ispitivanja na korozionu postojanost metala

Literatura:

- [1] Žuk, N. P.: Kurs korrozii i zaštiti metallov, Izdateljstvo Metallurgija, Moskva, 1963.
- [2] Donovan, P. D.: Protection of metals from corrosion in storage and transit, John, Wiley and sons, New York, 1986.
- [3] Rosenfeld, I. L.: Atmospheric corosion of metals, English Language Edition, Nace, Houston, 1972.
- [4] Mladenović, S.: Korozija materijala, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 1978.
- [5] Milenković, M., Mladenović, S., Vučković, O.: Korozija i zaštita, Tehnička knjiga, Beograd, 1965.
- [6] Vujičić, V.: Korozija i zaštita metala, Centar vojnih škola vojske Jugoslavije, 1994.
- [7] Mladenović, S.: Mehanizam atmosferske korozije metala, Zaštita materijala, 1971.
- [8] Barton, K.: Protection against atmospheric corrosion, John Wiley and Sons, London, 1976.
- [9] Đorđević, S.: Problemi aerozagađenja u Jugoslaviji, Zaštita materijala, 10—11, 1962.
- [10] Vujičić, V., Savić, D.: Uticaj temperature i relativne vlažnosti na brzinu atmosferske korozije, Zaštita materijala 1, 1994.