

PREDMET KOROZIJE I ZAŠTITE METALA KAO DEO PROGRAMA [INŽENJERSTVA](#)
ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

CORROSION AND PROTECTION OF METALS AS AN ELEMENT OF
ENVIRONMENTAL ENGINEERING CURRICULUM

Dr. Milovan Vuković

Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru, V.J. 12, 19210 Bor

e-mail adresa: mvukovic@tf.bor.ac.yu

IZVOD

U ovom radu se razmatra koji se sadržaji predmeta korozija i zaštita, koji se uglavnom predaju u okviru metalurških ili tehnoloških odseka (neorganska hemijska tehnologija), mogu prilagoditi potrebama nastave i na smerovima inženjerstva zaštite životne sredine. Sam predmet korozije i zaštite metala, zbog svoje izrazite interdisciplinarnosti, može u potpunosti da udovolji potrebama nastavnog programa ove relativno novije inženjerske discipline. Razumevanje suštine korozionih procesa, a isto tako i korozione zaštite, pomaže u rešavanju nekih gorućih pitanja zaštite životne sredine, posebno onih koji se odnose na problematiku opasnog otpada.

Ključne reči: korozija, zaštita od korozije, inženjerstvo zaštite životne sredine (IZŽS).

ABSTRACT

This paper considers some contents from the course Corrosion and Protection, largely taught at metallurgical and chemical engineering departments (inorganic technology), which may satisfy the needs of environmental engineering majors. This course itself, due to its pronounced interdisciplinary nature, can completely fit into the curriculum of this relatively newer engineering discipline. Understanding the essence of corrosion processes, and corrosion control, as well, makes easier problem-solving of some crucial ecological problems including those relating to the issue of hazardous waste management.

Keywords: corrosion, corrosion control, environmental engineering (EE).

UVODNA RAZMATRANJA

Potrebu za proučavanjem korozije ne treba posebno obrazlagati. Naime, gubitak metala i cena posledica korozije su veoma visoke u bilo kojoj industrijskoj zemlji tako da je bilo koje unapređenje, koje se može sprovesti u praksi, dobrodošlo. Smatra se da se usled korozije gubi svake godine između 5 i 20% proizvodnje crne metalurgije.¹ Korozija takođe uslovljava stvaranje ogromnog otpada prirodnih bogatstava i uzrokuje sve vrste neprihvatljive degradacije životne sredine. Poznavanje korozionih procesa, s druge strane, može da pomogne u rešavanju mnogih ekoloških problema, uključujući one najakutnije. Među njima su, svakako, problem curenja štetnih materija iz podzemnih rezervoara, odlaganje nuklearnog otpada, sigurnost vodovodne infrastrukture, ekološke karakteristike inhibitora koji se koriste u kontroli korozije (posebno hromata), i drugi.

Međutim, koroziona proučavanja i istraživanja izvode stručnjaci različitih profila – metalurzi, hemičari, fizičari i drugi. Nameće se zahtev da stručnjak koji proučava korozione pojave treba da usvoji interdisciplinarni pristup zbog najmanje dva razloga. Prvo, ukoliko osoba, radeći na konkretnom korozionom problemu, treba da razmenjuje saznanja i podatke sa pojedincima iz drugih oblasti, ona mora da bude upoznata sa njihovim verovatnim pristupom određenom problemu, kao i sa specifičnom terminologijom koju ti stručnjaci koriste. Drugo, sam

sadržaj predmeta korozije proteže se preko niza disciplina. Pomenimo ovde samo one koje odmah dolaze na pamet – elektrohemija, fizička hemija čvrstog stanja i metalurgija. Nesumnjivo je dakle da korozioni stručnjak, nezavisno od njegove osnovne specijalizacije (bila to metalurgija, hemijska tehnologija ili inženjerstvo zaštite životne sredine), mora biti dovoljno širok u njegovom znanju. S druge strane, i inženjera [ZZS](#) odlikuje velika interdisciplinarnost u oristupanju bilo kojem ekološkom problemu. Ovo omogućuje da se sadržaj predmeta “Korozija i zaštita” može ugraditi u i programe studija [IZŽS](#). Ipak, za sada je malo ustanova gde se to i ostvaruje. Primeri koji slede, odabrani pretežno iz iskustava SAD, svedoče o velikoj važnosti korozije sa stanovišta zaštite životne sredine. Pa ipak, i u razvijenim zemljama, predmeta “Korozija i zaštita” nema na mnogim inženjerskim odsecima zaštite životne sredine. U zaključnim razmatranjima navodi se mogući razlog za ovo.

[NAJVAŽNIJI](#) EKOLOŠKI ASPEKTI KOROZIJE I ZAŠTITE

Kod mnogih slučajeva, efekat interakcije metal/okolna sredina na samu sredinu je značajniji od aktuelne degradacije metala. Primera radi, olovne cevi se ni u kom slučaju ne mogu koristiti za prevođenje vode koja sadrži olovo budući da je ovaj metal pri koncentraciji većoj od 0,1 ppm otrovan. Slično, galvanizirani čelik ne bi trebalo koristiti za konzervisanje pojedinih životnih namirnica zbog otrovnosti soli cinka. Navedeni primeri ukazuju da se u i mnogim hemijskim procesima izbor pojedinog materijala vrši uzimajući u obzir potrebu da se izbegne kontaminacija životne sredine tragovima nečistoća metala. Prisutne metalne nečistoće mogu da utiču na boju ili ukus proizvoda ili mogu da katalizuju neželjene reakcije.

Slični problemi prate i brojne podzemne rezervoare tečnih goriva, rastvarača i ostalih industrijskih supstanci – postoji približno pet miliona ovakvih rezervoara samo u SAD. Na nesreću, zemljište takođe predstavlja korozionu sredinu, te pre ili kasnije dolazi do korozije i curenja uskladištenih fluida. Nedavne studije pokazuju da samo 1,8% rezervoara starosti od 11 do 25 godina ima dobru otpornost prema koroziji. Samo nekoliko otpornijih rezervoara (11,8%) traje duže od 25 godina. Sve u svemu, procene kažu da u svakom trenutku u SAD nekih 10 do 25% rezervoara curi. Očigledan rezultat ovih curenja je zasićenje zemljišta hemikalijama te kontaminacija podzemnih voda.² U cilju izbegavanja ovog ekološkog problema – generisanog spontanom korozionim procesima na podzemnim rezervoarima – odnedavno se u SAD, a u skladu sa novijim zakonima u ovoj oblasti (“Resource Conservation and Recovery Act”), pribegava ubrzanom postavljanju nadzemnih rezervoara. Sa korozionog stanovišta, pojačana pravna regulativa oko zaštite životne sredine donosi industriji dodatne probleme. Naime, da bi se izbeglo zagađenje reka i jezera, u okviru industrijskih postrojenja mora se sprovesti regeneracija različitih procesnih voda u zatvorenim sistemima, što za posledicu ima nepovoljne korozione uslove usled povećane akumulacije rastvorenih materija.

Mogućnost konstaminacije životne sredine jonima metala nastaje i u slučaju kada koroziona reakcija na jednom metalu može uzrokovati povećanu koroziju drugog metala ukoliko se metali nalaze u istoj sredini. Tako, na primer, spora i ravnomerna korozija bakra vodovodskom vodom koja sadrži kupro jone (Cu^+) ne mora biti značajnijih razmera. Međutim, ukoliko ta voda dospe u kontakt sa galvaniziranim čelikom ili aluminijumom, onda može nastati tačkasta (piting) korozija praćena perforacijom ovih metalnih materijala.

Nema sumnje da okolna sredina – sama za sebe – igra veliku ulogu u korozionim ispitivanjima. U stvari, korozivnost sredine predstavlja jednu od četiri osobine opasnih ili hazardnih materija. (Pored korozivnosti, opasne materije karakterišu njihova zapaljivost, reaktivnost i toksičnost.) Prema ekološkim standardima u SAD, na primer, otpad je korozivan ukoliko je to (a) vodeni rastvor čija je pH vrednost jednaka ili manja od 2, odnosno jednaka ili veća od 12,5 i (b) tečnost u kojoj čelik podleže koroziji pri brzini većoj od 6,35 mm/god.²

Problemi korozije cevovoda, ukupne dužine od 132.000 km, kojim se transportuju opasne materije u SAD, predstavljaju značajan deo korozionih šteta ove zemlje čiji je ukupni iznos u 2002. godini iznosio 276 milijardi dolara (od toga 121 milijarda u direktnim štetama). Radi se,

dakle, o 3,1% domaćeg društvenog proizvoda SAD od 8,9 triliona dolara.³ Štetni efekti korozije na životnu sredinu, te njeni visoki troškovi (koji bi se mogli smanjiti za 25-30%), verovatno su nagnali američki Kongres, pre neku godinu, da naruči opsežno istraživanje za koje je bila nadležna federalna uprava za autoputeve.

Koroziona ispitivanja su u SAD, sa stanovišta ZŽS postala ponovo interesantna kada se ispostavilo da geološki uslovi na lokalitetu određenom za skladištenje istrošenog nuklearnog goriva (Planina Yucca Mountin, u američkoj državi Juta) nisu, ipak, mogli da garantuju ekološku bezbednost tokom narednih 10.000 godina. Uprkos utrošku od 4,5 milijardi dolara tokom minulih 14 godina za geološka ispitivanja na navedenoj lokaciji, američko Ministarstvo energije okrenulo se finansiranju korozionog projekta kojim se istražuje što bolja zaštitan moć titana i čelika.

Ovaj primer pokazuje takođe da se iznalaženje, odnosno razvijanje određenih svojstava metalnih materijala, može izvoditi namenski u svrhu rešavanje pojedinih ekoloških problema. Modernoj tehnologiji, kao što se zna, stoji na raspolaganju širok izbor najrazličitijih konstrukcionih materijala – metali i legure, plastika, guma, keramika, kompoziti, drvo i drugi. Očigledno je da izbor odgovarajućeg materijala za specifičnu primenu predstavlja značajnu odgovornost za inženjera angažovanog u oblasti projektovanja.

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Predmet “Korozija i zaštita”, našao je u Srbiji mesto u okviru odseka, odnosno smerova za [IZŽS](#) jedino u okviru Univerziteta u Beogradu, odnosno na TMF i Tehničkom fakultetu u Boru. Inače, kompletna zastupljenost ovih sadržaja na svim univerzitetima je data u tabeli 1 (izuzev Univerziteta u Prištini), iz koje se vidi da se ovi sadržaji izučavaju uglavnom u okviru odseka za NHT i metalurgiju (sa značajnom šarolikošću s obzirom na broj časova).

S obzirom da odseci za [IZŽS](#), zamišljeni kao interdisciplinarni, deluju i u okviru Univerziteta u Novom Sadu (FTN) i Nišu (Fakultet zaštite na radu), postoji prostor i na ovim ustanovama za ugradnju saznanja ekološkim aspektima korozionih procesa. Prepreka tome može biti i samo preimućstvo nauke o koroziji, a to je njena interdisciplinarnost. Ovim je, moguće, objasniti I njeno odsustvo iz nastavnih programa za u razvijenim zapadnim zemljama, na primer SAD, premda tamo deluju na desetine odseka za [IZŽS](#).

Tabela 1. Nastava korozije i zaštite na univerzitetima SCG

Univerzitet u Novom Sadu Tehnoloski Fakultet, Novi Sad Odsek: Neorganske tehnologije i materijali “Korozija i zaštita”	3+2 (IX semestar)
Univerzitet u Beogradu Tehnolosko-metalurški fakultet, Beograd Odsek: Metalurgija i metalni materijali “Korozija”	2+2 (VIII semestar)
Odsek: Nerganska hemijska tehnologija “Korozija i zaštita”	2+2 (VII semestar)
“Nematalne i metalne prevlake” (izborni)	4+3 (VIII semestar)
Odsek: Inženjerstvo zaštite životne sredine “Korozija i zaštita”	2+2 (VII semestar)
Tehnicksi fakultet, Bor Odsek: Hemijska tehnologija Smerovi: Neorganska hemijska tehnologija (NHT) i Inženjerstvo ZŽS “Korozija i zastita”	4+4 (IV semestar)
“Korozija materijala” (izborni za NHT)	4+4 (VIII semestar)
Odsek: Metalurški Smer: Metalurško inženjerstvo “Korozija i zaštita”	4+4 (IV semestar)
“Dobijanje metalnih prevlaka” (izborni)	4+4 (VIII semestar)

Smer: Preređivačka metalurgija	
“Korozija i zaštita” (izborni)	4+4 (VIII semestar)
Univerzitet Crne Gore	
<i>Metalurško-tehnološki fakultet, Podgorica</i>	
Odsek: Neorganska hemijska tehnologija	
“Korozija i zaštita materijala”	3+2 (VII semestar)
“Zaštitne prevlake”	2+2 (IX semestar)
“Anadizacija i bojenje aluminijuma” (izborni)	(2+2) (IX semestar)
Odsek: Metalurgija	
“Korozija i zaštita materijala” (izborni)	4+2 (IX semestar)

Literatura

1. Šušić, M. 1980. *Osnovi elektrohemije i elektrohemijske analize*. Beograd, Naučna knjiga. p. 415.
2. Watts, R.J. 1997. *Hazardous Wastes*. John Wiley and Sons, Inc.
3. Report: Corrosion Protection and Control World Wide. Materials Performance. Supplement:
http://www.nace.org/nace/content/publicaffairs/images_cocorr/ccsupp.pdf