

Znanstveni projekt “Ekološki prihvatljiva zaštita metalnih konstrukcija izloženih agresivnom djelovanju mora”

|| *H. Otmačić Ćurković**

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za elektrokemiju
Savska c. 16, 10 000 Zagreb



FKITMCMXIX

Uvod

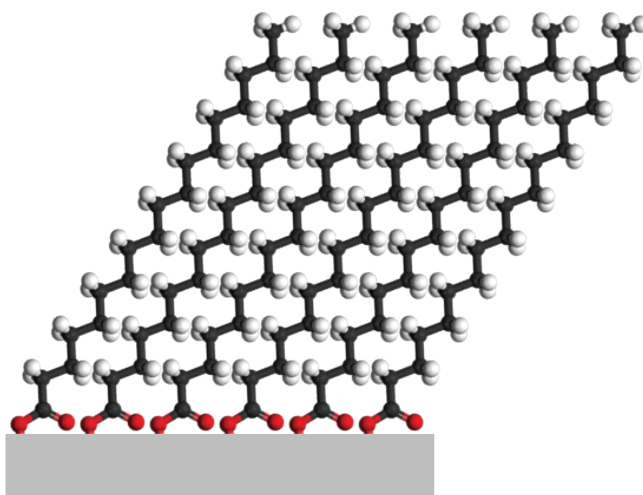
Znanstveni projekt “Ekološki prihvatljiva zaštita metalnih konstrukcija izloženih agresivnom djelovanju mora” istraživački je projekt koji financira Hrvatska zaklada za znanost, a provodi se u razdoblju 1. 12. 2013. – 30. 11. 2015. Nositelj projekta je *Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu*, a u njemu sudjeluju i znanstvenici s drugih institucija: prof. dr. sc. Olga Šarc-Lahodny, dr. sc. Franjo Ivušić i mr. sc. Juro Ivčić sa Zavoda za istraživanje korozije i desalinaciju iz Dubrovnika, HAZU, dr. sc. Katarina Marušić s Instituta Ruđer Bošković te dr. sc. Dražen Marijan iz Plive d. o. o. Znanstvenici s Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije su doc. dr. sc. Helena Otmačić Ćurković kao voditeljica projekta, doktorandice Zana Hajdari i Ekatarina Kristan te umirovljena profesorica Fakulteta prof. dr. sc. Ema Stupnišek-Lisac.

U rad na projektu uključeni su i domaći i strani studenti koji su na odabranim temama izradili svoje diplomske, završne ili znanstvene radove. Istraživanja su također proširena i kroz bilateralnu hrvatsko-njemačku suradnju s dr. sc. Samanom Hosseinpourom s Max Planck Institute for Polymer Research.

Pregled istraživanja na projektu

Korozija metalnih struktura uzrokuje gubitak njihove funkcionalnosti, a time i znatne štete po gospodarstvo, onečišćenje okoliša i ugrožava ljudske živote. Procjenjuje se da troškovi uzrokovani korozijom u razvijenim zemljama iznose oko 2 – 4,5 % BDP-a. Zbog toga se znatna sredstva ulažu u razvoj i primjenu različitih tehnika zaštite od korozije. Osnovni cilj ovog projekta je pronaći djelotvornu korozijsku zaštitu konstrukcijskih materijala koji su izloženi jednom od najčešćih, ali i najkorozivnijih prirodnih medija – morskoj vodi. Iako se danas u praksi upotrebljavaju brojni komercijalni inhibitori korozije, sve su veći zahtjevi da inhibitorске formulacije ne budu samo djelotvorne u zaštiti od korozije već i da ne djeluju negativno na morski ekosustav. Stoga se u projektu isključivo ispituje inhibitorska djelotvornost ekološki prihvatljivih spojeva.

Konstrukcije koje dolaze u dodir s morskom vodom najčešće su napravljene od različitih vrsta čelika te legura bakra i nikla. Iz tog razloga se istraživanja predviđena ovim projektom provode na leguri Cu70Ni30, ugljičnom i nehrđajućem čeliku. Zaštiti ovih metala pristupljeno je na dva načina.

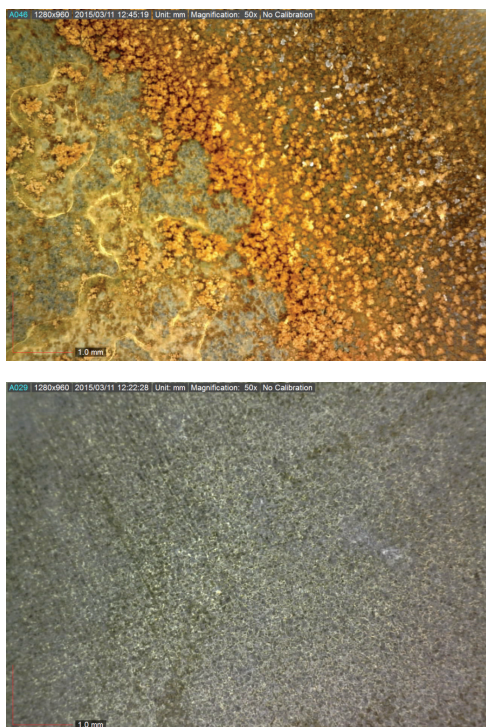


Slika 1 – Struktura samoorganizirajućeg monosloja karboksilne kiseline na površini metala

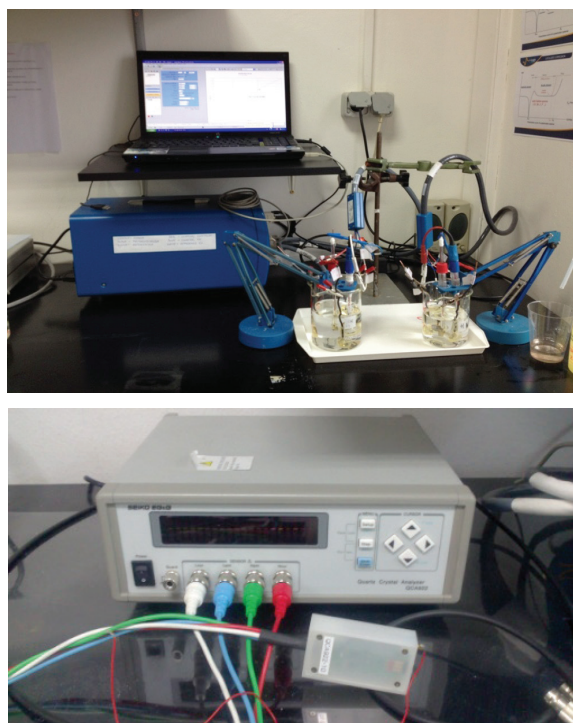
Prvi pristup se odnosi na istraživanje mogućnosti zaštite metala dugolančanim organskim kiselinama koje mogu tvoriti tanke, uređene filmove na površini metala, tzv. samoorganizirajuće monoslojeve (SAM). Organske molekule koje mogu stvarati SAM-ove karakterizira struktura prikazana na slici 1. To su najčešće molekule s dugačkim alkilnim lancem na čijem se jednom kraju nalazi adhezijska skupina s afinitetom za metalnu ili oksidnu metalnu površinu, dok je na drugom kraju završna funkcionalna skupina koja definira svojstvo filma prema okolišu.¹ U kojoj mjeri će dobiveni monosloj usporiti korozijski proces najviše ovisi o njegovoj uređenosti odnosno udjelu defekata u strukturi filma te stabilnosti veze metal/metalni oksid – adhezijska skupina. Kako bi se dobio monosloj što boljih zaštitnih svojstava, istražuje se ovisnost kvalitete filma o temperaturi, koncentraciji organske kiseline u otapalu, vremenu i metodi formiranja monosloja, kao i načinu predobrade metalne površine. Struktura dobivenog monosloja na površini metala karakterizira se spektroskopijom FTIR i određivanjem hidrofobnosti površine goniometrijom, a njegova zaštitna svojstva određuju se iz elektrokemijskih ispitivanja koja se provode u umjetnoj i prirodnoj morskoj vodi te analizom površine pretražnom elektronskom mikroskopijom i mikroskopijom atomskih sila.

Dosad dobiveni rezultati pokazuju da je primjenom tankih filмова dugolančanih karboksilnih i fosfonskih kiselina moguće

* Doc. dr. sc. Helena Otmačić Ćurković
e-pošta: helena.otmacic@fkit.hr



Slika 2 – Mikroskopska snimka površine ugljičnog čelika C45 nakon deset dana izlaganja a) morskoj vodi, b) morskoj vodi s inhibitorском formulacijom $\text{CeCl}_3 + \text{Na}$ glukonat



Slika 3 – a) bipotenciostat, b) elektrokemijska kvarc kristalna mikrovaga

usporediti koroziju legura bakra i nikla² kao i koroziju ugljičnog i nehrdajućeg čelika.

Drugi pristup zaštiti od korozije odnosi se na istraživanje inhibitorskog djelovanja spojeva koji se mogu otopiti u korozivnom mediju, što je posebno interesantno za primjenu u zatvorenim sustavima. Ispituju se kombinacije soli lantanida s drugim ekološki prihvatljivim inhibitorima korozije čelika. Tako je, primjerice, pokazano da se može postići izvrsna korozijska zaštita ugljičnog čelika u morskoj vodi primjenom inhibitorске formulacije koja sadrži CeCl_3 i natrijev glukonat (slika 2).³

Kako je korozija u morskoj vodi elektrokemijski proces, veći dio opisanih ispitivanja provodi se elektrokemijskim tehnikama. Iz sredstava projekta nabavljena je vrijedna elektrokemijska oprema za provođenje korozijskih ispitivanja: bipotenciostat s analizatorom frekvencija te elektrokemijska kvarc kristalna mikrovaga (slika 3). Na taj način moguće je odrediti stupanj zaštite koji pruža

pojedina inhibitorска formulacija, kao i njezino ponašanje u vremenu te trajnost dobivene korozijske zaštite.

Literatura

1. A. Ulman, Formation and structure of self-assembled monolayers, Chem. Rev. **96** (1996) 1533–1554, doi: <http://dx.doi.org/10.1021/cr9502357>.
2. K. Marušić, Z. Hajdari, H. Otmačić Ćurković, Optimizing the Preparation Procedure of Self – Assembled Monolayer of Stearic Acid for Protection of Cupronickel Alloy, Acta Chim. Slov. **61** (2014) 328–339.
3. F. Ivušić, O. Lahodny-Šarc, H. Otmačić Ćurković, V. Alar, Synergistic inhibition of carbon steel corrosion in seawater by cerium chloride and sodium gluconate, Corros. Sci. u tisku.