Predgovor

Metali su kroz istoriju imali odlučujući uticaj na ljudsku civilizaciju pa tako i danas u velikoj meri uslovljavaju način na koji živimo.

Proizvodnja automobila, aviona, alata, mašina i motora sa unutrašnjim sagorevanjem, kućnih aparata pa čak i kompjutera ne bi bila moguća bez metala. Korozija i habanje metala ograničavaju radni vek ove opreme i smanjuju njihovu efikasnost.

Pre otprilike tri i po milenijuma, kada je bronzano doba ustupilo mesto gvozdenom dobu znalo se da gvožđe i čelik podležu koroziji. Razlog korozije gvožđa i čelika proizilazi iz činjenice da se gvožđe, glavni sastojak čelika, nalazi u zemljinoj kori u oksidovanom stanju, uglavnom u obliku ruda, tj. hemijskih jedinjenja, kao što su oksidi, sulfdi, karbonati i dr. Za odvijanje procesa ekstrakcije metala iz ruda metala neophodan je znatan utrošak energije. Prirodno je, da će pri odvijanju suprotnog procesa, tj. prevođenjem metala u hemijska jedinjenja, slična onima iz kojih je dobijen metal, dovesti do oslobađanja energije koja je utrošena za njegovo dobijanje. Za razluku od procesa dobijanja metala, proces hemijske promene metala koji dovodi do obrazovanja jedinjenja metala predstavlja spontan proces i naziva se korozija.

Brzina kojom će se odvijati sponteni proces korozije metala zavisi od vrste metala, sredine u kojoj se nalazi i dejstva mehaničkih sila kojima su metali ili legure izloženi. Često, brzina korozije varira tokom vremena u zavisnosti od promene uslova sredine ili zbog proizvoda korozije koji se formiraju na površini metala.

Pod pojmom korozija[1] materijala podrazumeva se svaki spontani i neželjeni proces rastvaranja ili razaranja materijala, koji se javlja kao posledica delovanja spoljašnje sredine. Korozija je prirodni, spontani, proces koji se javlja usled elektrohemijskih, hemijskih i/ili biohemijskih reakcija između metala i legura metala u različitoj korozionoj sredini, kao što je vlaga, kiseonik, neorganske ili organske kiseline, hloridi u uslovima sniženih ili povišenih vrednosti pritiska i temperature. Tokom korozionog procesa metali ili legure

[1] Izraz korozija potiče od latinskog izraza rodere „grižanje“ i corrodere koji znači „gristi na komade“.

metala nastoje da se transformišu u termodinamički stabilniji oblik, jedinjenje, kao što su oksidi, hidroksidi, karbonati ili sulfidi.

Za razliku od većine metala, zlato predstavlja izuzetak jer se u prirodi javlja u metalnom stanju, a ne kao ruda. S obzirom da elementarni oblik u kome se zlato nalazi predstavlja njegovo najstabilnije stanje, prirodno je da zlato ne pokazuje sklonost ka koroziji, odnosno formiranju jedinjenja.

Procenjuje se da godišnji gubici različitih materijala izazvani korozijom iznose više miliona tona svake godine. Korozijom milion tona gvožđa godišnje oslobađa se nepovratno izgubljena energija kojom bi se grad od dva miliona domaćinstava (uz prosečnu potrošnju od 500 kW h mesečno) mogao napajati električnom energijom mesec dana.

Proteklih decenija nova saznanja i razumevanje mehanizama korozionih procesa su doprinela boljem kontrolisanju korozionih procesa i zaštiti materijala. I danas, početkom 21. veka nauka o koroziji i inženjerstvu materijala se sreće sa brojnim izazovima koji su vezani za održivost budućeg razvoja, smanjenje utroška energije, upotrebe novih materijala i razvoj novih tehnologija, koji nameće razvoj novih ekološki prihvatljivih materijala i tehnika zaštite materijala od korozije. Za uspešno rešavanje ovih i drugih izozova neophodno je poznavanje osnova korozije, elektrohemije i svojstava materijala.

Sadržaj

Predgovor 1

1. Uvod 3
2. Osnovni koncept korozije 8
   - 2.1 Granica faza 8
3. Ravnotežni i standardni potencijal 13
   - 3.1 Potencijal vodonične elektrode 20
   - 3.2 Potencijal kiseonične elektrode 21
   - 3.3 Pourbeovi dijagrami 22
   - 3.4 Polarizacija 32
     - 3.4.1 Aktivaciona polarizacija 37
     - 3.4.2 Koncentraciona polarizacija 40
     - 3.4.3 Uzroci polarizacije 48
     - 3.4.4 Merenje polarizacije 49
4. Korozioni potencijal 50
   - 4.1 Merenje korozionog potencijala 55
5. Brzina korozije 57
   - 5.1 Uticaj pH na brzinu korozije 59
   - 5.2 Uticaj temperature 60
   - 5.3 Merenje brzine korozije 61
     - 5.3.1 Merenje brzine korozije pomoću polarizacionih krivih 64
6. Tipovi korozije 67
   - 6.1 Korozija u neelektrolitima 67
   - 6.2 Korozija u elektrolitima 69
7. Opšta (uniformna) korozija 75
8. Neuniformna ili lokalizovana korozija 76
   - *galvanska korozija,* 76
   - *tačkasta ili piting korozija,* 76

- *tačkasta ili piting korozija,* 76
- *korozija u zazoru,* 76
- *međukristalna korozija,* 76
- *naponska korozija.* 77

8.1 Galvanska korozija 77

8.1.1 Uzroci formiranja galvanskih spregova 79

8.1.2 Galvanska ćelija 80

8.2 Pegasta i tačkasta (piting) korozija 82

8.3 Interkristalna korozija 87

8.4 Korozija u pukotinama ili zazorima 89

8.5 Neuniformna korozija uzrokovana aeracijom 91

8.6 Naponska korozija 93

8.7 Vodonična krtost 95

8.8 Korozija zavarnih spojeva 97

8.8.1 Korozija u zazoru zavarenih spojeva 98

8.8.2 Galvanska korozija zavarnih spojeva 99

9. Mikrobiološka korozija 100

9.1 Definicija mikrobiološke korozije 100

9.1.1 Mikroorganizmi i njihovo desjtvo 101

9.1.2 Formiranje biofilma 102

9.1.3 Biofilm i proces korozije 103

9.1.4 Delovanje mikroorganizama 104

9.1.5 Klasifikacija mikroorganizama prema načinu delovanja 104

9.1.6 Mikrobiološka korozija neorganskih materijala 110

9.1.7 Zaštita od mikrobiološke korozije 111

10. Korozija tehničkih metala 114

10.1 Korozija gvožđa 114

10.1.1 Korozija gvožđa u vodi i vodenom rastvoru soli 122

10.2 Nerđajući čelik 129
10.3 Korozija bakra 131
10.3.1 Legure bakra 133
10.4 Korozija aluminijuma 135
10.5 Korozija kalaja 136
10.6 Korozija olova 137
11. Pasivacija 139
11.1 Pasiviranje metala u prisustvu oksidacionih sredstava 142
11.2 Transpasivno stanje metala 143
12. Pasivatori i aktivatori 145
12.1 Anodni aktivatori 145
12.2 Katodni aktivatori 146
13. Atmosferska korozija 147
Literatura 153