
Dragana Stokanović

Uticaj pH-vrednosti, koncentracije cinka u elektrolitu i gustine struje na osobine cinkane prevlake na čeliku

Ispitivan je uticaj pH-vrednosti, koncentracije cinka u elektrolitu i gustine struje na brzinu taloženja cinkane prevlake i njenu otpornost na koroziju u cilju određivanja optimalnih uslova za elektrolizu. Pri radu je korišćen kiseli hloridni elektrolit, a korozija je vršena u vodenom rastvoru natrijum-hlorida kome su dodati sircetna kiselina i bakar(II)-hlorid. Dobijeni rezultati ukazuju da se, uz dovoljno veliku brzinu taloženja, najkvalitetnija prevlaka dobija pri gustini struje od 6 A/dm^2 , pH-vrednosti u opsegu 3.0–4.0, i koncentraciji cinka 20–25 g/dm^3 .

Uvod

Zaštita metala od korozije pomoću prevlaka korišćena je još kod starih naroda. Pri građenju Solomonovog dvorca 950. godine p.n.e. gvozdeni elementi su prekrivani slojem asfalta.

Cinkane prevlake pripadaju anodnim metalnim prevlakama, jer je elektrodni potencijal cinka negativniji od potencijala metala koji se zaštićuje, odnosno čelika. One se često koriste za zaštitu čelika zbog svoje tvrdoće i otpornosti na savijanje, ali i zbog najvažnije karakteristike – otpornosti na atmosfersku koroziju i koroziju u vodi (do temperature od 60°C). Njeni nedostaci su ti što na vazduhu tamni, a ukoliko je vazduh vlažan, prevlači se slojem soli koji se lako skida, te je time zaštita smanjena. Takođe su nepostojane u morskoj vodi i rastvorima sulfida i neorganskih kiselina i baza, kao i u prisustvu drvenih predmeta koji su impregnirani isparljivim biljnim uljima (Mladenović 1985).

U radu je ispitivano kako koncentracija cinka u elektrolitu, pH-vrednost i gustina struje utiču na brzinu taloženja cinkane prevlake i na zaštitu koju daje čeliku. Ova tri parametra koja utiču na pomenute karakteristike prevlake varirane su da bi se odredili optimalni uslovi elektrolize, odnosno vrednosti koncentracije cinka, pH-vrednosti rastvora i gustine struje pri ko-

*Dragana Stokanović
(1980), Niš,
Knjaževačka 79,
učenica 3. razreda
Gimnazije "Bora
Stanković" u Nišu*

jima bi se prevlaka najbrže taložila na čeličnoj pločici, a da pritom čelik bude i najbolje zaštićen. Prema I Faradejevom zakonu brzina izdvajanja cinka je srazmerna gustini struje, ali pri veoma velikim brzinama, čestice cinka se nepravilno raspoređuju po površini čelične pločice (veliki broj jona se izdvaja u isto vreme), a rupe u metalnoj rešetki cinka doprinose poroznosti prevlake (Šušić 1992).

Eksperiment

Korišćena je standardna aparatura za elektrolizu. U kiseli hloridni elektrolit uronjene su cinkana anoda i čelična pločica na koju je taložena prevlaka kao katoda. Potrebna jednosmerna struja obezbeđena je preko ispravljača za jednosmernu struju.

Osnovu elektrolita je činio cink(II)-hlorid kao nosilac metala. U rastvor su još dodavani i amonijum-hlorid (30 g/dm^3), kalijum-hlorid (200 g/dm^3) kao provodna so i borna kiselina (30 g/dm^3) kao puferska kiselina. Za podešavanje pH do odgovarajuće vrednosti korišćena je hlorovodonična kiselina.

U toku eksperimenta dva od tri parametra (koncentracija cinka u elektrolitu, pH-vrednost i gustina struje) bili su konstantni, dok je treći variran. Ceo eksperiment je podeljen u tri faze. Uslovi elektrolize u svakoj od tih faza su bili sledeći:

- 1) ispitivanje uticaja gustine struje:
koncentracija ZnCl_2 : 19.19 g/dm^3
pH-vrednost: 3.0-3.5
gustina struje: $1-10 \text{ A/dm}^2$
- 2) ispitivanje uticaja pH-vrednosti:
koncentracija ZnCl_2 , 19.19 g/dm^3
pH-vrednost: 0.6-6.2
gustina struje: 4 A/dm^2
- 3) ispitivanje uticaja koncentracije ZnCl_2 :
koncentracija ZnCl_2 : $5-45 \text{ g/dm}^3$
pH-vrednost: 3.0-3.5
gustina struje: 4 A/dm^2

Tok eksperimenta

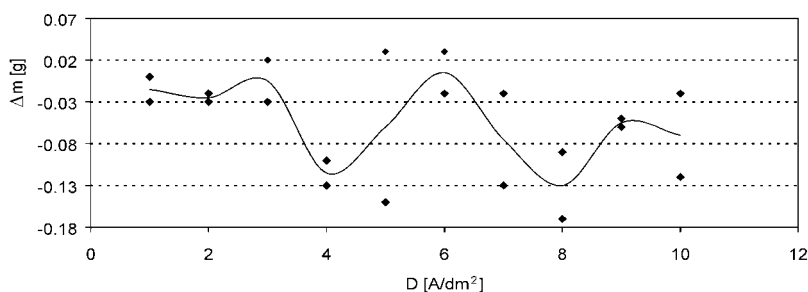
Pre elektrolize, čelična pločica je prana detergentom, a zatim dekapirana rastvorom hlorovodonične kiseline, HCl (1:1). Dužina trajanja elektrolize je 10 minuta. Korozija je izazivana u 5%-rastvoru natrijum-hlorida u trajanju od 30 minuta. Za doterivanje kiselosti na $\text{pH} = 3.4$ korišćena je sirćetna kiselina, a zatim je dodavan hidratizirani bakar(II)-hlorid, $\text{CuCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ($0.26 \text{ g u } 1 \text{ dm}^3$). Pločice su merene neposredno pre elektrolize,

nakon elektrolize i po koroziji. Na osnovu razlike masa određivana je masa staloženog cinka i koji je deo prevlake, u procentima, propao nakon korozije (Đorđević 1970).

Rezultati i diskusija

Uticaj gustine struje na prevlaku

Zavisnost izdvojene mase cinka od gustine struje pri gustinama do 8 A/dm^2 u skladu je sa I Faradejevim zakonom elektrolize. Dobijena je sledeća zavisnost $m = 12.5 D$, gde je m – masa u gramima, a D – gustina struje u A/dm^2 . Ovakva zavisnost pri gustinama većim od 9 A/dm^2 manje je evidentna, verovatno zato što se u isto vreme izdvaja suviše veliki broj čestica, da bi se sve nataložile na katodi. Kako zaštitna svojstva prevlake zavise od gustine struje može se videti na grafikonima (slika 1), gde su zavisne promenljive razlike u masama čelične pločice (pre i posle izlaganja rastvoru sa korozivnim dejstvom) u gramima (a), odnosno procentima u odnosu na masu prevlake (b). Najveći stepen korozije bio je pri gustini struje od 4 i 8 A/dm^2 . Pri malim gustinama struje, do 3 A/dm^2 , korozija je bila slabo izražena, kao i pri struji od 6 A/dm^2 .



Slika 1.
Zavisnost otpornosti prevlake na koroziju od gustine struje D , izražena kroz priraštaj mase Δm u gramima (a) i procentualno u odnosu na masu prevlake (b)

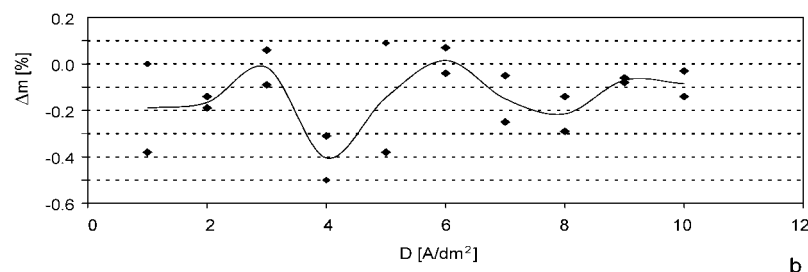
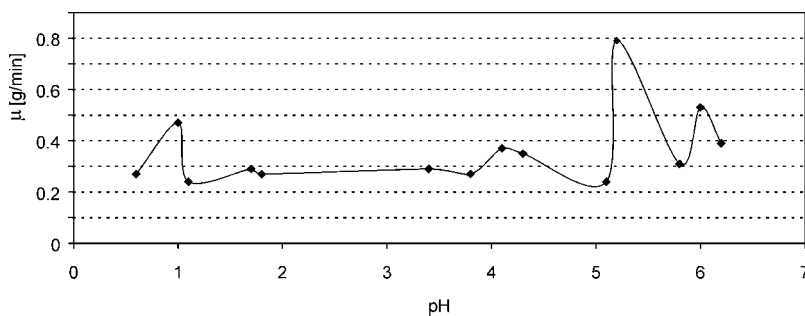
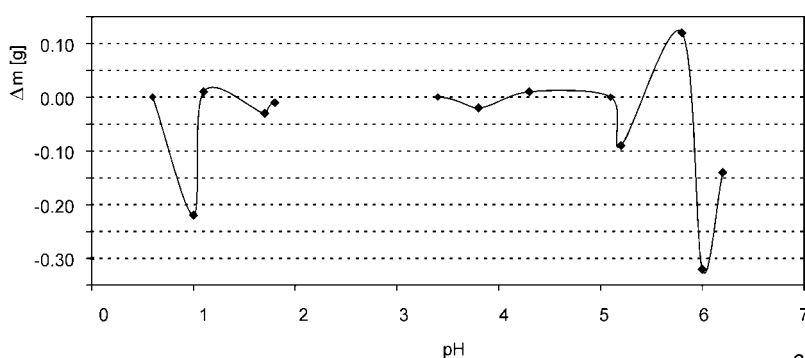


Figure 1.
Dependence of the plate's resistance to corrosion on current density D , shown as mass increase Δm in grams (a), and percentually comparing to the plate's mass (b)



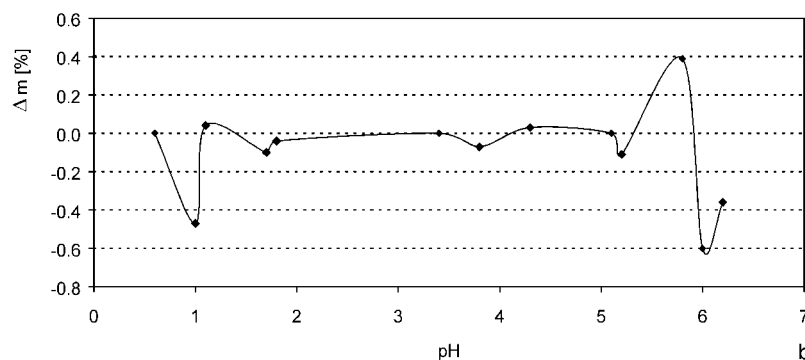
Slika 2.
Zavisnost brzine taloženja prevlake μ u gramima po minuti od pH-vrednosti

Figure 2.
Dependence of the plate's forming speed μ on pH



Slika 3.
Zavisnost otpornosti prevlake na koroziju od pH-vrednosti izražena kroz priraštaj mase Δm u gramima (a) i procentualno u odnosu na masu prevlake (b)

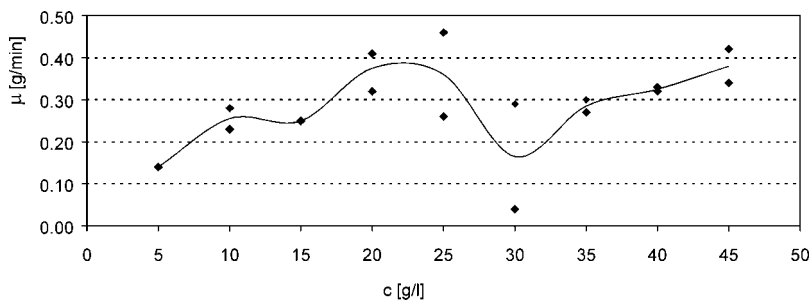
Figure 3.
Dependence of the plate's resistance to corrosion on pH shown as mass increase Δm in grams (a), and percentually comparing to the plate's mass (b)



Uticaj pH-vrednosti na prevlaku

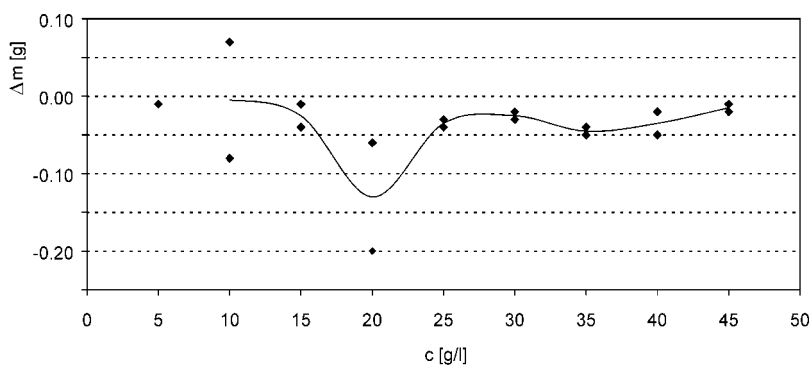
Slično kao u prethodnom slučaju, prikazan je uticaj pH-vrednosti na karakteristike prevlake. Uočeno je da je najveća brzine taloženja bila na $\text{pH} \approx 1.0$ i $\text{pH} \approx 6.0$. Između ovih vrednosti, brzina je bila relativno konstantna sa jednim povećanjem na $\text{pH} \approx 4.1$ (slika 2).

Najveći stepen korozije bio je na pločicama sa najdebljim slojem prevlake, odnosno na $\text{pH} \approx 1.0$ i $\text{pH} \approx 6.0$. Na $\text{pH} \approx 5.8$ nagradilo se na-



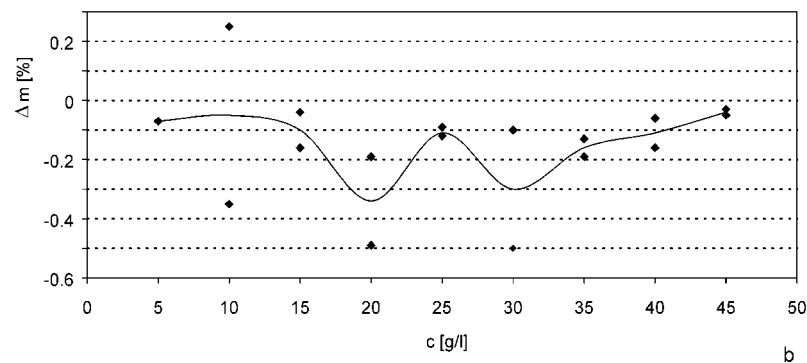
Slika 4.
Zavisnost brzine taloženja prevlake μ od koncentracije c cinka u elektrolitu

Figure 4.
Dependence of the plate's forming speed μ on the zinc concentration in electrolyte – c



Slika 5.
Zavisnost otpornosti prevlake na koroziju od koncentracije cinka u elektrolitu, izražena kroz priraštaj mase Δm u gramima (a) i procentualno u odnosu na masu prevlake (b).

Figure 5.
Dependence of the plate's resistance to corrosion on the zinc concentration in electrolyte, shown as mass increase Δm in grams (a), and percentually comparing to the plate's mass (b).



više soli i oksida cinka, dok se već na $\text{pH} \approx 6.0$ prevlaka razgradila, pa je u rastvor odlazilo i gvožđe iz čelika. Slična je situacija i na vrednosti $\text{pH} \approx 1.0$. Na ostalim pH -vrednostima masa pločice se menjala neznatno (slika 3 a i b).

Uticaj koncentracije ZnCl_2 u elektrolitu na prevlaku

Pri malim koncentracijama, brzina taloženja se povećavala linearno sa povećanjem količine cinka u elektrolitu sve do koncentracija $20\text{--}25 \text{ g/dm}^3$.

Nakon toga brzina je neznatno oscilovala (slika 4). Pokazalo se da koncentracija cinka u elektrolitu ne utiče znatno na otpornost prevlake na koroziju. Javljaju se samo oscilacije koje mogu biti posledica greški pri merenju (slika 5 a i b)

Zaključak

Nabolja zaštitna svojstva postignuta su kod prevlaka dobijenim pri gustini struje od 6 A/dm^2 . Iako je brzina taloženja najveća pri $\text{pH} \approx 1.0$ i $\text{pH} \approx 6.0$, pokazalo se da su ovako dobijene prevlake, dobijene u jako ili slabo kiselom elektrolitu, lošeg kvaliteta. Stoga se preporučuju pH-vrednosti u opsegu 3.0–4.0, iako je pri ovim vrednostima brzina taloženja manja. Usled relativne konstantnosti brzine taloženja cinkane prevlake, optimalna koncentracija cinka u elektrolitu je $20\text{--}30 \text{ g/dm}^3$.

Literatura

- Dorđević, S. 1970. *Metalne prevlake*. Beograd: Tehnička knjiga
- Mladenović, S., Petrović, M., Rikovski, G. 1985. *Korozija i zaštita materijala*. Beograd: Rad
- Šušić, M. 1992. *Osnovi elektrohemije i elektrohemijske analize*. Beograd: Fakultet za fizičku hemiju

Dragana Stokanović

Zinc Plate's Characteristics on Steel Dependence Tested for pH, Current Density and Zinc Concentration in Electrolyte

The influence of the pH, current density and zinc concentration in electrolyte on the speed of forming the zinc plate on steel and its quality, was examined in order to find the optimal parameters for electrolysis. Acidic-chloride electrolyte was used, while corrosion was conducted in water solution of sodium-chloride where acetic acid and copper(II)-chloride were added. The results show that the most qualitative plate, considering sufficiently high rapidity, is obtained at 6 A/dm^2 current density, pH in interval from 3.0 to 4.0, and $20\text{--}25 \text{ g/dm}^3$ zinc concentration.

