

Ispitivanje inhibitornog efekta formaldehida na koroziju gvožđa

Ispitivano je inhibitorno dejstvo formaldehida (CH₂O) na koroziju gvožđa izazvanu uticajem hlorovodonične i sumporne kiseline. Istraživanja su rađena u rastvorima kiselina koncentracija 2, 3 i 4 mol/L sa masenim udelima inhibitora od 0.3, 0.7, 1.0 i 1.5 procenata. Efekat inhibitora ispitivan je na pločicama od gvožđa. Brzina korozije praćena je preko promene mase pločica nakon 3 časa stajanja pločica u rastvorima kiselina. Dobijeni rezultati su pokazali da formaldehid ispoljava inhibitorno dejstvo u svakom od rastvora. Najveća postignuta efikasnost inhibitora iznosi 96%, i to pri masenom udelu formaldehida od 1.5% u uzorku 4 mol/L sumporne kiseline.

Uvod

Korozija je spontana hemijska reakcija metala sa različitim faktorima iz spoljašnje sredine. Suština korozionih procesa zasniva se na spontanom prelazu metala u termodinamički stabilnije produkte, kao što su oksidi, hidroksidi, soli, itd.

Korozija je sa hemijskog aspekta oksido-redukciona reakcija. Prema mehanizmu odvijanja, korozija metala može biti hemijska i elektrohemijska. Hemijska korozija se odvija u gasovima i parama, obično pri visokim temperaturama ili u neelektrolitima i tečnostima organskog porekla (Milovanović 2004). Elektrohemijska korozija odigrava se u elektrolitima. Zbog korozije čovečanstvo trpi ogromnu štetu i stoga se velika sredstva ulažu u istraživanje mehanizma korozije i načina odbrane od nje.

Brzina korozije definiše se kao broj molova metala koji se u jedinici vremena transformiše u korozione produkte (Despić 2005) i zavisi kako od same

prirode metala, tako i od velikog broja spoljašnjih faktora, kao što su vlažnost, temperatura, vrsta i koncentracija korozionog agensa. Smanjenje korozione aktivnosti sredine koja deluje na metale može se ostvariti na dva načina: uklanjanjem agenasa korozije iz agresivne sredine i uvođenjem malih količina inhibitora korozije metala. Pod inhibitorima korozije podrazumevaju se one supstance koje po uvođenju u korozivnu sredinu mogu u velikoj meri da smanje brzinu elektrohemijske korozije metala.

Formaldehid se već koristi kao inhibitor (Mladenović *et al.* 1985), a u ovom radu je ispitivano njegovo dejstvo u hlorovodoničnoj i sumpornoj kiselini. Inhibitor je izabran na osnovu hemijskih osobina, vrste i koncentracije kiseline i prirode metala.

Kisela sredina je izabrana zbog stalnog uticaja kiselih kiša na predmete koji su konstruisani od metala. Metalne konstrukcije vremenom propadaju i gube upotrebnu vrednost, iz razloga što jedinjenja koja nastaju korozijom nemaju ni izdaleka čvrstinu, elastičnost i druge konstruktivne karakteristike kakve ima metal.

Cilj rada je ispitivanje uticaja formaldehida na brzinu korozije gvožđa u hlorovodoničnoj i sumpornoj kiselini u zavisnosti od koncentracije kiseline i mase formaldehida.

Materijal i metode

Tokom eksperimenta korišćeni su rastvori hlorovodonične i sumporne kiseline sa inhibitorom i bez njega.

Pripremljeni su rastvori kiselina sledećih koncentracija: 2, 3 i 4 mol/L, sa masenim udelima inhibitora od: 0.3, 0.7, 1.0 i 1.5 procenata.

Za svaku koncentraciju kiseline urađeno je po pet proba od kojih je prva predstavljala kontrolni uzorak bez prisustva inhibitora, a u ostale je dodavan inhibitor u pomenutim masenim udelima. Brzina korozije merena je na gvozdenim pločicama dimenzija

Rada Jeremić (1990), Priboj, Moše Pijade 2/4, učenica 2. razreda Gimnazije Priboj

Irena Slijepčević (1990), Čačak, Dobračina 1, učenica 2. razreda Gimnazije Čačak

14 × 14 × 1 mm. Pre merenja na analitičkoj vagi i pre potapanja u rastvore kiselina, pločice su polirane šmirgl-hartijom (380-1200 zrnaca). Pločice su tokom 3 h držane u rastvorima sumporne i hlorovodonične kiseline zapremine 40 cm³. Nakon isteka vremena uzorci su izvađeni iz rastvora, isprani destilovanom vodom, sušeni 30 minuta i izmereni.

Promena brzine korozije gvožđa je praćena merenjem mase pločica pre i posle uranjanja u rastvore kiselina i izračunata je prema obrascu (Mladenović *et al.* 1985):

$$Bk = \frac{G_0 - G_1}{S_0 t}$$

gde je:

Bk – brzina korozije ($\text{g m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

G_0 – masa metala pre korozije (g)

G_1 – masa metala posle korozije (g)

S_0 – površina metala (m^2)

t – vreme korozije (s)

Na osnovu dobijenih vrednosti određena je inhibitorna delotvornost (%) pri različitim koncentracijama inhibitora i kiselina na sobnoj temperaturi (251°C) prema sledećoj formuli:

$$Z = \frac{Bk - Bk_{\text{inh}}}{Bk} \cdot 100$$

gde je:

Z – inhibitorna delotvornost

Bk – brzina korozije u sistemu bez inhibitora

Bk_{inh} – brzina korozije u sistemu sa inhibitorom

Za svaku koncentraciju inhibitora i kiselina rađane su dva ponavljanja.

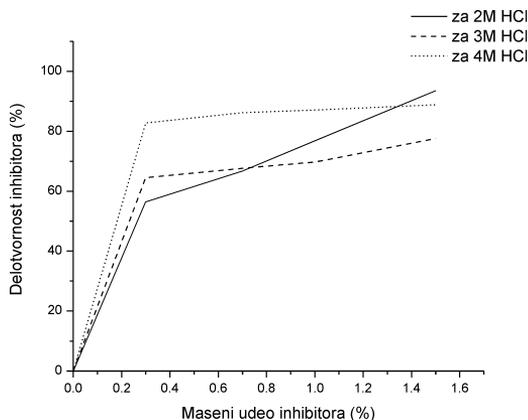
Rezultati i diskusija

Dobijeni rezultati za najveću postignutu inhibitornu delotvornost u hlorovodoničnoj kiselini predstavljani su u tabeli 1.

Brzina korozije opada sa povećavanjem koncentracije formaldehida što se uočava u tabeli 1. Po dodatku inhibitora masenog udela od 0.3%, brzina korozije najviše se smanjuje u 4 mol/L rastvoru HCl. U 2 mol/L rastvoru hlorovodonične kiseline, pri masenom udelu inhibitora od 1.5%, brzina korozije ima najmanju vrednost i iznosi $0.00012 \text{ g m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Delotvornost formaldehida u tom uzorku je 94% i to je najveća zaštita koja je postignuta u rastvorima hlorovodonične kiseline.

Tabela 1. Brzina korozije gvožđa i delotvornost inhibitora u rastvorima hlorovodonične kiseline

Koncentracija kiseline [mol/L]	Maseni udeo inhibitora [%]	Razlika mase [mg]	Brzina korozije [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$]	Delotvornost inhibitora [%]
2	–	3.0	1.85	–
	0.3	1.3	0.81	56.45
	0.7	1.0	0.62	66.67
	1	0.7	0.43	76.88
	1.5	0.2	0.12	93.53
3	–	3.1	1.92	–
	0.3	1.1	0.68	64.58
	0.7	1.0	0.63	67.19
	1	0.9	0.56	69.79
	1.5	0.7	0.43	77.60
4	–	11.6	7.19	–
	0.3	2.0	1.24	82.75
	0.7	1.6	0.99	86.23
	1	1.5	0.93	87.60
	1.5	1.3	0.81	88.87

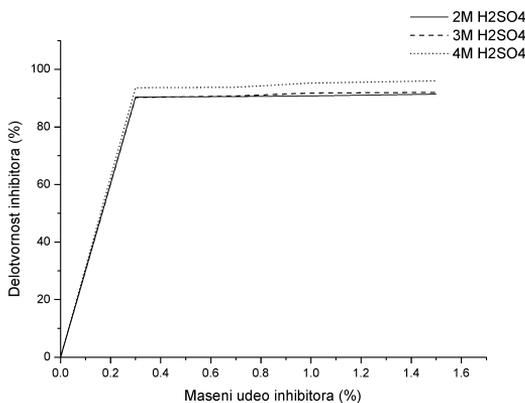


Slika 1. Zavisnost delotvornosti inhibitora od masenog udela inhibitora u rastvorima hlorovodonične kiseline

Figure 1. Inhibition efficiency for different concentrations of formaldehyde for the corrosion of iron plates in HCl

Tabela 2. Brzina korozije gvožđa i delotvornost inhibitora u rastvorima sumporne kiseline

Koncentracija kiseline [mol/L]	Maseni udeo inhibitora [%]	Razlika mase [mg]	Brzina korozije [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$]	Delotvornost inhibitora [%]
2	–	48.5	30.10	–
	0.3	4.7	2.91	90.33
	0.7	4.6	2.85	90.53
	1	4.5	2.79	90.73
	1.5	4.2	2.60	91.36
3	–	85.1	52.77	–
	0.3	8.3	5.15	90.24
	0.7	7.8	4.84	90.82
	1	7.0	4.34	91.78
	1.5	6.8	4.21	92.02
4	–	94.5	58.59	–
	0.3	6.0	3.72	93.65
	0.7	5.9	3.66	93.75
	1	4.5	2.79	95.24
	1.5	3.8	2.36	95.97



Slika 2. Zavisnost delotvornosti inhibitora od masenog udela inhibitora u sumpornoj kiselini

Figure 2. Inhibition efficiency for different concentrations of formaldehyde for the corrosion of iron plates in sulphuric acid

Pri minimalnoj koncentraciji inhibitora u 3 mol/L rastvoru sumporne kiseline postignuta je najmanja delotvornost inhibitora. Maksimalna efikasnost formaldehida postiže se pri masenom udelu inhibitora od 1.5% (96%) u 4 mol/L H_2SO_4 . Brzina korozije dostiže najveću vrednost u rastvoru sumporne kiseline ($c = 4$ mol/L) i to bez dodatka inhibitora, dok je minimalna brzina takođe u uzorku od 4 mol/L, ali sa masenim udelom formaldehida od 1.5% i iznosi $0.00236 \text{ g m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Drastičan porast delotvornosti inhibitora sa porastom masenog udela inhibitora zabeležen je u 2 mol/L rastvoru hlorovodonične kiseline.

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata zaključeno je da formaldehid ispoljava inhibitorno dejstvo kod svih ispitivanih rastvora hlorovodonične i sumporne kiseline. Utvrđeno je da se sa povećanjem masenog udela inhibitora, smanjuje brzina korozije (tabele 1 i 2).

U rastvoru hlorovodonične kiseline maksimalna delotvornost inhibitora je ustanovljena u 2 mol/L kiseline i iznosi 94%. Zabeležen je veliki porast delotvornosti inhibitora u sumpornoj kiselini do masenog udela 0.3%, a posle toga delotvornost inhibitora se ne menja mnogo (slika 2). Maksimalna efikasnost inhibitora (96%) postignuta je pri masenom udelu formaldehida od 1.5% u uzorku 4 mol/L sumporne kiseline.

Zahvalnost. Veliku zahvalnost za nesebičnu pomoć pri izradi rada dugujemo prof. dr Radu Stevanoviću.

Literatura

Despić A. 2005. *Elektrohemijske tehnike i tehnologije*. Beograd: SANU

Milovanović M. 2004. Uticaj natrijum-tiosulfata na brzinu elektrohemijske korozije bakra u azotnoj kiselini. *Petičke sveske*, 57: 219

Mladenović S., Petrović M., Rikovski G. 1985. *Korozija i zaštita materijala*. Beograd: Rad

Corrosion Inhibition of Iron in Hydrochloric and Sulphuric Acid by Formaldehyde

Acid inhibitions are usually used in industrial processes to control the corrosion of metals. They have a wide application as components in pretreatment composition, in cleaning solutions for industrial equipments, and in the acidification of oil wells. The selection of suitable inhibition depends on its chemicals, its concentration, its composition, the nature of metal and on the type of acid.

The aim of this work is to investigate the role played by formaldehyde on the corrosion inhibition of iron in 2, 3 and 4 mol/L hydrochloric and sulphuric acid.

The influence of formaldehyde on iron corrosion speed in sulphuric and hydrochloric acids depending on the acid concentration and formaldehyde mass was studied. Specimens in the form of iron plates with a length of 14 mm, width of 14 mm and thickness of 1 mm were used for mass loss measurements studies. Changes of corrosion speed were followed by measuring the mass of plates before and after flooding them in the solutions. The difference of the two masses was divided by duration of corrosion and plate surface. The mass loss was used to calculate the corrosion rate in grams per square meter per second.

It is shown that the inhibition efficiency increases with an increase in inhibition concentration. One observes that the optimum concentration of inhibition required to achieve the efficiency is 1.5 in 4 mol/L sulphuric acid (96%) and 2 mol/L hydrochloric acid (94%).

