FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVII.

Kolozsvár, 2012. március 22–23.

KORRÓZIÓS FOLYAMATOK MODELLEZÉSE VÁLTOZÓ KORRÓZIÓS KÖRÜLMÉNYEK MELLETT

MUCSI András, NAGY Réka

Abstract

This paper deals with the modeling of corrosion of low carbon steel. Model for predicting of weight loss of specimens under isothermal and non-isothermal conditions has been developed and tested experimentally.

Keywords:

corrosion, hydrochloric acid, low carbon steel

Összefoglaló

A cikk alacsony karbontartalmú lágyacélok korróziójának modellezéséről szól. Mérési eredmények alapján a próbatestek tömegcsökkenésére vonatkozó, izoterm és változó hőmérséklet mellett végbemenő korróziós folyamatok előrejelzésére szolgáló modellt mutat be.

Kulcsszavak:

korrózió, sósav oldat, lágyacél

1. Bevezetés

A korróziós folyamat időbeli előrehaladottságát igen nehéz előrejelezni, gyakran a megváltozott körülmények (hőmérséklet, pH, stb.) miatt meg sem tudjuk becsülni a korrózió miatti károsodás mértékét egy adott időpontra vetítve. A korrózió mértékét általában tömegveszteséggel, kiinduló próbatest-tömegre vetített tömegcsökkenéssel (relatív tömegcsökkenés), felületre eső tömegveszteséggel esetleg falvastagság-csökkenéssel jellemezhetjük. Kiköthetjük azt, hogy ha a korrózió mértéke az időnek monoton növekvő függvénye, tehát a korróziós folyamat „nem fordul vissza”.

1. Táblázat. A kísérleti anyag összetétele

Ötvöző tartalom, tömegszázalék (%)	C	Si	Mn	Cr	Ni	Al	Cu	Pb	W	Mo, Co, Nb, Ti, V
Érték	0.0717	0.028	0.155	0.0326	0.0139	0.0364	0.0289	<0.1	<0.05	<0.01
Mérések szórása	0.0143	0.01	0.0082	0.008	0.0037	0.0034	0.0034	-	-	-

2. A korróziós folyamat kísérleti vizsgálata

A korrózió folyamatának vizsgálatához a következő kísérleteket végeztük. A kísérleti anyag lágyacél lemez, a kémiai összetételét az 1. táblázat mutatja.

A próbatesteket nyíróvágással alakítottuk ki a vágott éleket nem csiszoltuk le és nem zártuk el a korróziós közegtől. Ez azt jelenti, hogy a később tárgyalásra kerülő korróziós eredményeket csak hasonló vágott él/összfelület arányú próbatestek korróziós folyamatainak becslésére használhatjuk. A próbatestek alakját és méretét az alábbi ábrán láthatjuk.

1. ábra. A próbatestek méretei

A korróziós oldatként HCl 0.2mólos vizes oldatát használtuk. Az oldat pH-ja 24°C-on 1.6, vezetőképessége 82.5 mS/cm. A korróziós oldat mennyisége 250ml. A korróziós kísérleteket 24°C-on, 32°C-on és 45°C-on klímakamrában végeztük. A próbatesteket a korróziós oldatot tartalmazó edény fenekére merőlegesen, kb. 5mm magasságban helyeztük el. A korróziós vizsgálatok előtt sebbenzinnel zsírtalanítottuk a próbatestek felületét, tömeget illetve méreteket mértünk. Az izoterm vizsgálatok eredményét a következő ábra foglalja össze.

2. ábra. Az izoterm mérési eredmények

Az ábrán látható, hogy a relatív tömegcsökkenés (tömegcsökkenés/próbatest kiinduló tömege) progresszív jelleggel nő az idő függvényében. A próbatestekre illesztett és az illesztés után más hőmérsékletre kiszámolt görbéket mutatja a következő ábra.

A korrodált próbatesteken felületi érdességmérést végeztünk. A felületi érdesség minden egyes esetben először kismértékben nő, majd kb. 20mg tömegcsökkenés esetén kismértékben csökken, majd újra nő. Ennek egy lehetséges magyarázata az, hogy az oldatbahelyezéskor a korróziós oldat a legfelső felületi réteg melletti „kevésbé oxidos” felületrészek elkezdtek korrodálni, ezzel a felületből kezdetben kiálló részek korróziója felgyorsult és kb. a 20mg-os tömegcsökkenés időpontjában ez a két hatás úgy jelentkezett, hogy a próbatest felülete egyenletesebb lett. A korróziós kísérletek után az oldat vezetőképességét a fenti ábra szerint csökkent.

3. Korróziós folyamatok modellezése változó hőmérséklet mellett

Az eddigi kísérleti eredmények alapján lehetőségünk van tetszőlegesen változó hőmérséklet mellett modellezni a korrózió folyamatát. A korróziós kísérletek alapján a relatív tömegcsökkenést leírhatjuk mind lineáris, mind hatványfüggvénnyel. Izoterm esetben és hatványfüggvényt használva az:

$$X_m = b(T) \cdot t^{c(T)} \quad (1)$$

egyenlettel írhatjuk le a relatív tömegcsökkenést (X_m). Ebből a kinetikai differenciálegyenlet:

$$\frac{dX_m}{dt} = b(T) \cdot c(T) \cdot \left(\frac{X_m}{b(T)} \right)^{1-\frac{1}{c(T)}} \quad (2)$$

Az izoterm mérési eredményekre illesztett $b(T)$ és $c(T)$ függvény a következő alakú:

$$b(T) = 0.0100476 \cdot (T + 273.16) - 2.456243 \quad (3-4)$$

$$c(T) = 0.0001686 \cdot (T + 273.16)^2 - 0.089584 \cdot (T + 273.16) + 12.7513388$$

ahol T a hőmérséklet ($^{\circ}\text{C}$). A differenciálegyenlet megoldása során a kezdeti feltételt a következőképp fogalmaztuk meg:

$$X_m(t=0) = 0.0001 \quad (5)$$

Az izoterm mérésekből illesztett függvények illetve a kezdeti feltétel segítségével tehát tetszőlegesen változó hőmérsékletű korróziós folyamat követhető. Ennek bizonyítására két változó hőmérsékletű mérést végeztünk. A próbatestek hőmérsékletét ezúton is klímakamrában vezéreltük, a hőmérséklet időbeli változását DATAQ adatgyűjtővel (DI-710USL) és WinDaq szoftverrel regisztráltuk. A próbatestek hőmérséklet-idő illetve relatív tömegcsökkenés-idő függvényeit az alábbi diagramon láthatjuk.

3. ábra. Változó hőmérsékletű kísérletek mért hőmérséklet-idő illetve számolt relatív tömegcsökkenés-idő függvényei(a.); szinuszosan változó hőmérsékletű korróziós folyamat hőmérséklet-idő illetve relatív tömegcsökkenés-idő függvényei(b.)

Az 1. próbatesten 108 mg/g, a 2. próbatesten 93 mg/g relatív tömegcsökkenést mértünk. A számított tömegcsökkenés az 1. próbatesten 113 mg/g, a második próbatesten 89 mg/g értékű volt. A számítás és a mérés közti relatív hiba kevesebb, mint a teljes tömegcsökkenés 5%-a. A következő ábra egy szinuszosan változó hőmérséklet mellett jelen lévő korróziós folyamatot mutat; a számítást az általunk felállított modell alapján végeztük.

4. Összefoglalás

A cikkben a korróziós folyamatok modellezésével foglalkoztunk. A korrózió mértékének jellemzésére a relatív tömegcsökkenést használtuk, ezt a tömegcsökkenést az idő függvényében három különböző hőmérsékleten figyeltük meg. Az izoterm mérési eredmények alapján felállítottunk egy korróziós modellt, melynek segítségével a változó hőmérsékletű méréseinket modelleztük. Az eredmények azt mutatják, hogy a vizsgált hőmérséklettartományban kellő pontossággal modellezni tudjuk mind az izoterm, mind a változó hőmérsékletű korróziós folyamatot. A modell alapján folyamatkövető célprocesszort építettünk, melynek segítségével on-line követhetjük a korróziós folyamat pillanatnyi állapotát.

Irodalom:

1. Dr. Kovács Klára (szerk.): Korróziós alapfogalmak, Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1965.
2. Dr. Holló Mária (szerk.): Korróziós vizsgálatok, Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1964.

Mucsi András, doktorandusz, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Óbudai Egytem, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
E-mail: mucsi.andras@freemail.hu
Nagy Réka, hallgató, Semmelweis Egyetem
E-mail: reka001ster@gmail.com