Protecció catódica

Autor:
Data de publicació: 22-02-2025

Protecció Catòdica
QUÈ ÉS I COM FUNCIONA?
Richard Baxter, Jim Britton
Com es corroeix l'acer a l'aigua marina?
Per entendre la protecció catòdica, primer hem d'entendre el mecanisme de corrosió. Perquè hi hagi corrosió, s'han de complir tres condicions.

Dos metalls diferents
Un electrolit (aigua amb algun tipus de sal o sals dissoltes)
Un trajecte metàl·lic (conductor) entre els metalls diferents

Els dos metalls diferents poden ser aliatges totalment dissimilars, com els aliatges d'acer i alumini, però generalment es tracta més de diferències metal·lúrgiques microscòpiques o macroscòpiques a la superfície d'una peça única d'acer.

Si existeixen les condicions anteriors en la superfície metàl·lica més activa (en aquest cas considerarem l'acer que es corroeix lliurement, que no és uniforme), la següent reacció ocorre en els llocs més actius (2 ions de ferro més 4 electrons lliures):
2Fe = > 2Fe + + 4e-

Els electrons lliures viatgen a través del trajecte metàl·lic cap als llocs menys actius on ocorre la següent reacció (Gas oxigen convertit en ion oxigen, en combinar-se amb els quatre electrons lliures, el qual es combina amb aigua per formar ions hidroxil):

O2 + 4e- + 2H20 = > 4 OH-

Les recombinacions d'aquests ions en la superfície activa produeixen la següent reacció, la qual produeix el producte de corrosió del ferro hidròxid ferrós.

2Fe + O2 + 2H2O => 2Fe (OH)2

Aquesta reacció s'explica més comunament com a flux de corrent a través de l'aigua des de l'ànode (lloc més actiu) cap al càtode (lloc menys actiu).

Com atura la corrosió la protecció catòdica ?
La protecció catòdica atura la corrosió en convertir tots els llocs anòdics (actius) de la superfície metàl·lica en llocs catòdics (passius) mitjançant el subministrament d'un corrent elèctric (o electrons lliures) des d'una font externa.

Generalment això té la forma d'ànodes galvànics que són més actius que l'acer. Aquest mètode també es coneix com a sistema de protecció catòdica per ànodes de sacrifici, ja que els ànodes galvànics se sacrifiquen a si mateixos per protegir l'estructura d'acer o la canonada de la corrosió.

En el cas dels ànodes d'alumini, la reacció a la superfície d'alumini és (4 ions d'alumini més 12 electrons lliures):

4Al = > 4AL + + + + 12 e-

i a la superfície metàl·lica (Gas oxigen convertit en ions d'oxigen que es combinen amb aigua per formar ions hidroxil):

3O2 + 12e- + 6H20 = > 12OH-

Sempre que el corrent (electrons lliures) arribi al càtode (acer) abans que l'oxigen, no hi haurà corrosió.

Figura 1: Sistema de protecció catòdica per ànode de sacrifici en aigua marina

Consideracions bàsiques per al disseny de sistemes de protecció catòdica
per ànodes de sacrifici
El corrent elèctric que descarrega un ànode és controlat per la llei d'Ohm, és a dir:

I =E/R

On:
I = Flux de corrent en amper
E = Diferència de potencial entre l'ànode i el càtode en volts
R = Resistència total del circuit en ohm

Inicialment, el corrent serà alt atès que la diferència de potencial entre l'ànode i el càtode és alta, però a mesura que la diferència de potencial disminueix degut a l'efecte del flux de corrent cap al càtode, el corrent disminueix gradualment per raó de la polarització del càtode.

La resistència del circuit inclou tant el trajecte de l'aigua com el trajecte del metall, incloent qualsevol cable que hi hagi en el circuit. El valor dominant en aquest cas és la resistència de l'ànode a l'aigua de mar. Per a la majoria de les aplicacions, la resistència del metall és tan reduïda en comparació amb la resistència de l'aigua que es pot ignorar. (Això no s'aplica per a tubs o canonades llargues protegides des d'ambdós extrems).

En general, els ànodes llargs i prims tenen menor resistència que els ànodes curts i gruixuts. Aquests descarregaran més corrent, però no duren tant de temps. Per tant, el dissenyador de protecció catòdica ha de determinar la mida dels ànodes de manera que tinguin la forma i l'àrea de superfície correctes per descarregar suficient corrent per tal de protegir l'estructura, i el pes adequat per durar el temps desitjat quan descarreguin aquest corrent.

Com a regla general: La Longitud de l'ànode determina quant corrent pot generar i, per tant, quants metres quadrats d'acer poden protegir-se. La secció transversal (pes) determina durant quant temps l'ànode pot mantenir aquest grau de protecció.

Sistemes de protecció catòdica per corrent forçat
A causa dels alts corrents involucrats en molts sistemes d'aigua marina, no és inusual utilitzar sistemes de corrent forçat. Els sistemes de corrent forçat utilitzen una mena d'ànodes que no es dissolen fàcilment en ions metàl·lics, sinó que mantenen una reacció alternativa: l'oxidació dels ions de clorur dissolts.

2Cl- = > Cl2 + 2e-

Una unitat externa d'alimentació de corrent continu subministra el corrent.

Figura 2: Sistema de protecció catòdica de corrent forçat

Com sabem si tenim prou protecció catòdica?
Sabem que tenim o no prou corrent si comparem el potencial de l'acer amb el d'un elèctrode de referència estàndard, generalment un electrode de plata/clorur de plata (Ag/AgCl en aigua marina), però algunes vegades de zinc (Zn en aigua marina).

El flux de corrent en qualsevol metall canvia el seu potencial normal en la direcció negativa. L'experiència ha demostrat que si.. l'acer rep prou corrent per canviar el potencial a (-) 0.800 V vs. un electrode de plata/clorur de plata, la corrosió pràcticament s'atura.

A causa de la naturalesa de les pel·lícules que es formen, el potencial mínim (-0.800 V) és rara vegada el potencial òptim, i els dissenyadors intenten aconseguir un potencial entre (-) 0.950 V i (-) 1.000 V vs. un electrode de Ag/AgCl aigua marina.

Figura 3: Mesurament del potencial de protecció catòdica (Sense protecció a l'esquerra – Amb protecció a la dreta)

© 2021 Deepwater Corrosion Services Inc. Tel: (713) 983-7117 Fax: (713) 983 8858