

INCREMENTO DE LA RESISTENCIA A LA CORROSIÓN GENERAL Y LOCALIZADA DEL ACERO INOXIDABLE AISI 304 POR ELECTRODISOLUCIÓN SELECTIVA USANDO SOLVENTES ECOLÓGICOS

Francisco Martínez-Baltodano y Gregorio Vargas-Gutiérrez

Cinvestav Unidad Saltillo, fco.mtzbaltodano@cinvestav.edu.mx, gregorio.vargas@cinvestav.edu.mx

El empleo de acero inoxidable en componentes y dispositivos para la conversión y distribución de energía del océano tiene como principal reto el aumento de su vida útil, puesto que estos materiales son susceptibles a la erosión y a la corrosión por picaduras en el medio donde se emplearán, el agua de mar. El aumento de la resistencia a la corrosión y al desgaste resulta en un aumento en la vida útil de los equipos involucrados, lo que se puede traducir en una disminución en gastos de mantenimiento. Para ello se han estado desarrollando diversos procedimientos, uno de ellos es la electrodisolución selectiva, la cual está relacionada al proceso de electrodisolución. Éste ha sido estudiado con el objetivo de suavizar o abrillantar las superficies de diferentes metales y aleaciones. A través de la disolución selectiva y/o de la oxidación de los elementos presentes en las aleaciones metálicas se puede incrementar su resistencia a la corrosión y al desgaste (Kosmač, 2010). Estas técnicas se realizan comúnmente en medios agresivos mediante el empleo de electrolitos formados por diferentes ácidos y sus mezclas, lo que representa un riesgo para la salud del personal y del medio ambiente debido a su toxicidad.

En este trabajo, se estudia el uso de electrolitos formados por mezclas de etilenglicol (EG) y NaCl para incrementar la resistencia a la corrosión del acero inoxidable. Para determinar la región de electrodisolución más adecuada, el comportamiento electroquímico de este electrolito fue analizado por voltametría de barrido lineal (LSV por sus siglas en inglés) a 1 mV/s. Este estudio permitió establecer tres potenciales para llevar a cabo la electrodisolución a potenciales eléctricos (E) de 2.0, 3.5 y 5.0 V.

Se reporta, asimismo, el efecto que estos potenciales de electrodisolución tienen en el acero inoxidable,

evaluando la velocidad de corrosión generalizada (CR) y la corrosión por picaduras (R_{pit}), mediante polarización cíclica (CP).

Los parámetros cuantitativos utilizados fueron el potencial de corrosión (E_{corr}), potencial de picadura (E_{pit}) y potencial de repasivación (E_{rep}). El valor de estos parámetros se determinaron gráficamente de acuerdo con lo indicado en la Figura (Esmailzadeh, Aliofkhaeaei, & Sarlak, 2018). La resistencia a las picaduras, R_{pit} (V) está dado por la Ec. 1 (Amin, El Bagoury, Omar, & Megahed, 2012). Por otro lado, la velocidad de corrosión CR (mm/año) que está dado por la Ec. 2, se obtuvo mediante el análisis de Tafel (ASTM International, 2018), siendo K_1 la constante de corrosión igual a 3.27×10^{-3} mm g/ μ A cm año, i_{corr} , es la corriente de corrosión, EW el peso equivalente del acero inoxidable AISI 304 (a partir de la composición química del acero: 24.27 g eq), ρ la densidad del acero inoxidable (7.94 g/cm³) y A, el área de la muestra en contacto con el agua de mar (0.79 cm²).

$$R_{pit}(V) = |E_{corr} - E_{pit}| \quad (1)$$

$$CR (mm/año) = \frac{K_1 i_{corr} EW}{\rho A} \quad (2)$$

La corrosión general y localizada de los aceros inoxidables está determinada por su composición química superficial. En estos aceros, la resistencia a la corrosión depende de la relación Cr/Fe en la superficie. A mayor relación de Cr/Fe, mayor resistencia a ambos tipos de corrosión, debido a que hay más concentración de Cr cuyo óxido es más inerte en comparación con el óxido de hierro, por tanto, tiene mayor resistencia a la corrosión.

La CP se realizó a través de un escaneo que fue llevado desde el potencial de circuito abierto (OCP por sus siglas en inglés) hasta 1.2 V a una velocidad de barrido de 0.6 mV/s según la norma ASTM G61-86 (ASTM International, 2018), esta prueba fue realizada en agua de mar simulada después de haber sido purgada con nitrógeno por 60 min, para eliminarle el oxígeno, como indica la norma ISO 11130 (International Standard, 2010). El resultado se muestra en la Figura 1.

A los potenciales de 2.0, 3.5 y 5.0 V se observó un aumento en la resistencia a las picaduras de hasta 23%, con respecto al acero inoxidable sin tratamiento. A estos potenciales, la velocidad de corrosión CR, disminuyó 38%.

Tabla 1. Valores de corrosión general y por picaduras a diferentes potenciales después de 20 min de electrodisolución.

| Potencial de EP, E (V vs. Ag/AgCl) | E_{corr} (V) | E_{pit} (V) | R_{pit} (V) | i_{corr} (μ A) | CR (mm/año) |
|------------------------------------|----------------|---------------|---------------|-----------------------|-------------|
| 0.00 | -0.252 | 0.33 | 0.582 | 0.067 | 8.48E-04 |
| 2.00 | -0.264 | 0.457 | 0.721 | 0.061 | 5.95E-04 |
| 3.50 | -0.236 | 0.477 | 0.713 | 0.058 | 7.72E-04 |
| 5.00 | -0.243 | 0.398 | 0.641 | 0.045 | 5.69E-04 |

En periodos de electrodisolución entre 10 y 30 min a un potencial constante de 2.0 V, se observó un incremento de 36% del valor de R_{pit} con respecto al acero inoxidable sin tratamiento como se puede observar en la Tabla 1 y 2. La velocidad de corrosión disminuyó en todos los tiempos de electrodisolución.

Tabla 2. Valores de corrosión general y por picaduras a diferentes tiempos de electrodisolución a un potencial de 2.0 V.

| Tiempo, t (s) | E_{corr} (V) | E_{pit} (V) | R_{pit} (V) | i_{corr} (μ A) | CR (mm/año) |
|---------------|----------------|---------------|---------------|-----------------------|-------------|
| 0 | -0.252 | 0.33 | 0.582 | 0.067 | 8.48E-04 |
| 600 | -0.261 | 0.355 | 0.616 | 0.047 | 7.72E-04 |
| 1200 | -0.264 | 0.485 | 0.749 | 0.061 | 7.34E-04 |
| 1800 | -0.272 | 0.524 | 0.796 | 0.041 | 5.19E-04 |

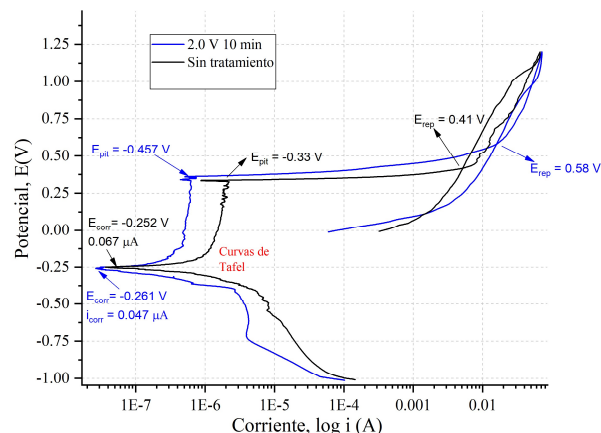


Figura 1. Resultado de curva de polarización cíclica del acero inoxidable electrodisolución a 2.0 V por 10 min y sin tratamiento.

Referencias

- Amin, M., El Bagoury, N., Omar, A., & Megahed, A. (2012). Influence of Rhenium as an Alloying Element on the Pitting Corrosion Behaviour of Cast TiNiRe Shape Memory Alloys–I. *International Journal of Electrochemical Science*, 7: 2643 - 2653.
- ASTM International. (2018). Standard Test Method for Conducting Cyclic Potentiodynamic Polarization Measurements for Localized Corrosion Susceptibility of Iron-, Nickel-, or Cobalt-Based Alloys. ASTM.
- Esmailzadeh, S., Aliofkhaezrai, M., & Sarlak, H. (2018). Interpretation of Cyclic Potentiodynamic Polarization Test Results for Study of Corrosion Behavior of Metals: A Review. *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*, 54(5): 976 - 989.
- Hong, T., & Nagumo, M. (1997). Effect of surface roughness on early stages of pitting corrosion of Type 301 stainless steel. *Corrosion Science*, 39(9): 1665-1672.
- International Standard. (2010). ISO 11130 Corrosion of metals and alloys — Alternate immersion test in salt solution. Suiza.
- Kosmač, A. (2010). Electropulido de Aceros Inoxidable. Bruselas: EuroInox.



1er Congreso Internacional
CEMIE-Océano



