

VALIDACIÓN DE CELDA PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE SENSIBILIZADO DE ACEROS INOXIDABLES AUSTENÍTICOS POR MEDICIÓN ELECTROQUÍMICA

P.M. Altamirano⁽¹⁾⁽²⁾, M.A. Kappes⁽²⁾⁽³⁾, M.A. Rodríguez⁽²⁾⁽³⁾

paltamirano@inti.gov.ar

⁽¹⁾ Dto. Ingeniería-DT Materiales Avanzados-SOlyS-GOTel-INTI

⁽²⁾ Instituto Sabato, Universidad Nacional de San Martín (UNSAM)

⁽³⁾ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), CONICET

Palabras Clave: Corrosión intergranular; DL-EPR; sensibilizado; acero inoxidable.

INTRODUCCIÓN

Los aceros inoxidable austeníticos son muy utilizados en diferentes tipos de industrias debido a su buena combinación de propiedades, como maquinabilidad, resistencia mecánica y a la corrosión [1,2]. Cuando estos materiales se someten a temperaturas en el rango de 500 °C a 800 °C, puede ocurrir la precipitación de carburos ricos en cromo, preferencialmente en los bordes de grano (GB) [1]. La exposición a este rango de temperaturas indeseadas puede ocurrir debido a excursiones de temperatura en procesos o en las zonas afectadas por el calor en uniones soldadas. La precipitación de carburos produce el empobrecimiento en cromo de las zonas adyacentes a los GB que, en concentraciones por debajo al 12 %, impiden la formación de una adecuada capa pasiva, con su consecuente menor resistencia a la corrosión [1]. A este fenómeno se lo conoce como sensibilizado. En la práctica industrial es importante conocer si un acero inoxidable austenítico se encuentra sensibilizado. Existen diferentes métodos para efectuar esta evaluación, pero tienen la desventaja de ser aplicados en forma destructiva.

OBJETIVO

Validar la celda electroquímica diseñada, con la intención de retomar la idea original de efectuar la determinación de sensibilizado mediante una técnica electroquímica *in situ* en forma no destructiva [3].

DESARROLLO

Luego de haber analizado la posibilidad de efectuar la medición en condiciones de aireación natural y con solución preparada de antemano en forma satisfactoria; de tener contemplada la influencia de factores metalúrgicos de los aceros inoxidable

austeníticos en los resultados que se obtienen mediante DL-EPR, y de haber diseñado una celda para efectuar la medición *in situ*, es necesario validarla. Para ello se efectuaron mediciones en acero inoxidable austenítico tipo AISI 303. A las probetas se les efectuó un tratamiento de solubilizado, que consistió en llevarlas a 1050 °C durante 1 h, con un posterior enfriamiento rápido en agua (SA 303 SS). Este tratamiento permite modificar las condiciones microestructurales dadas por procesos previos y disolver carburos presentes, si es que los hubiera. Luego sobre un grupo de probetas se efectuaron tratamientos de sensibilizado durante 2 h a 677 °C (SA + S 2h 303 SS). A esta temperatura se encuentra la condición óptima para la precipitación de carburos de cromo.

RESULTADOS

Se efectuaron mediciones electroquímicas con la celda diseñada y se compararon los resultados con los obtenidos con la celda tradicional de laboratorio. Se aprecia que se llega a la misma categorización de las muestras con la celda propuesta que con la celda de laboratorio.

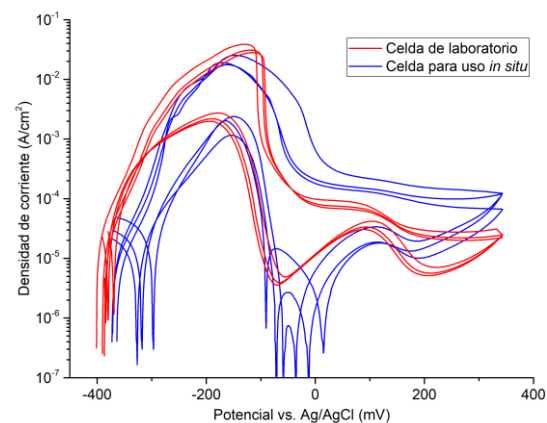


Figura 1: curvas de DL-EPR sobre probetas SA 303 SS.

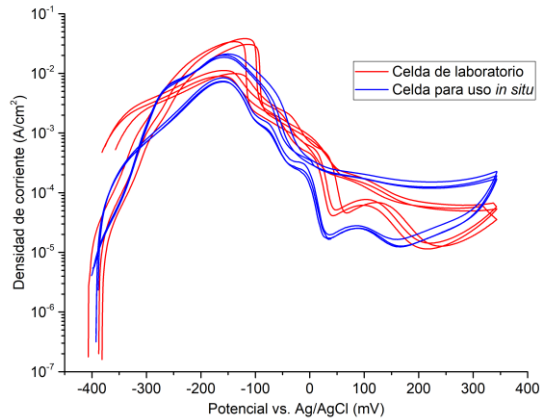


Figura 2: curvas de DL-EPR sobre probetas SA + S 2h 303 SS.

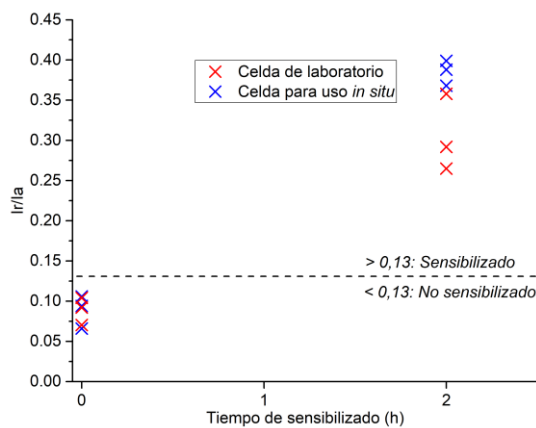


Figura 3: Ir/Ia obtenidos mediante DL-EPR en función del tiempo de sensibilizado en probetas de 303 SS.

Se evaluaron los valores mediante una prueba de t de Student. Esta es una prueba de hipótesis que permite discernir si los resultados obtenidos en dos condiciones diferentes provienen de la misma población o no. Para ello, se debe determinar un nivel de confianza, dado que toda práctica experimental tiene errores aleatorios inevitables. Se adoptó el criterio de un 95% de confianza [4].

Tabla 1: evaluación de los resultados de Ir/Ia obtenidos.

	SA 304 SS		SA + S 2h 304 SS	
	Lab.	In situ	Lab.	In situ
Ir/Ia	0,089	0,089	0,305	0,385
s	0,017	0,021	0,048	0,016
t _{calculado}	0,020		2,770	
t _{tabla}	2,776		2,776	
Prueba t	Equivalentes		Equivalentes	

Se efectuaron mediciones con la celda desarrollada sobre una muestra de cañería de un análisis de falla efectuado, donde se concluyó que la causa raíz de los problemas de corrosión que se presentaron fueron ocasionados por problemas de sensibilizado en las zonas afectadas por el calor (ZAC) en uniones soldadas, debido a no utilizar un acero inoxidable con bajo contenido de carbono.

Se analizaron las ZAC de dos soldaduras distintas (ZAC1 y ZAC2), y una zona lo suficientemente alejada de la unión soldada, para no verse afectada por el calor del proceso (ZNAC). Los resultados coinciden con lo determinado en el análisis de falla efectuado sobre estas muestras.

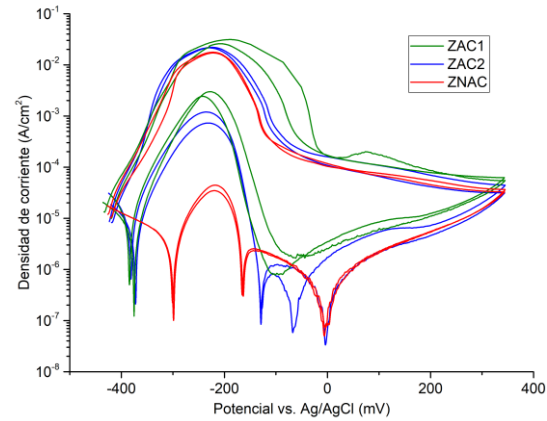


Figura 4: curvas de DL-EPR obtenidas con la celda diseñada sobre una cañería.

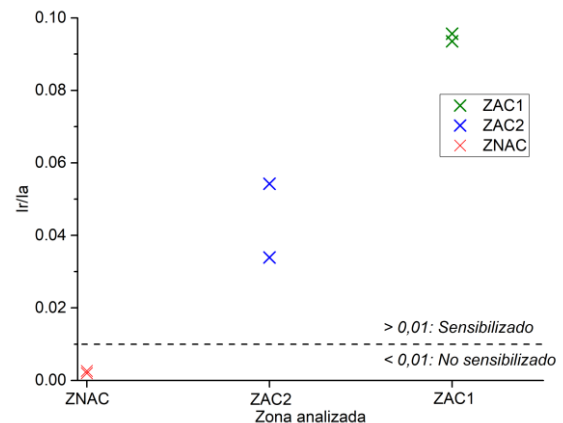


Figura 5: Ir/Ia obtenidos mediante DL-EPR con la celda diseñada para mediciones in situ.

CONCLUSIONES

Las celdas construidas cumplen con la función requerida, a un bajo costo y con la suficiente versatilidad para amoldarse a las diferentes geometrías de los componentes de equipos y/o instalaciones a analizar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] A.J. Sedriks, "Corrosion of Stainless Steels", John Wiley & Sons, second edition, 1996.
 [2] A. Iversen and B. Leffler, "Aqueous Corrosion of Stainless Steels", Shreir's Corrosion, vol. 3, pp. 1802–1878, 2010.
 [3] W. L. Clarke and D. C. Carlson, "Nondestructive measurement of sensitization of stainless Steel: Relation to high temperature stress corrosion behavior", Materials Performance, vol. 19, pp. 16-23, 1980.
 [4] D. Harris, "Quantitative chemical analysis", W.H. Freeman and Co, 2007.