

INFLUENCIA DEL DEAIREADO EN 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⁾Departamento de Ingeniería, Dirección de Materiales Avanzados - 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

Evaluar la influencia del deaireado sobre mediciones electroquímicas para determinar el estado de sensibilizado de aceros inoxidable austeníticos, con la intención de simplificar la técnica y retomar la idea original de efectuar la evaluación *in situ* en forma no destructiva [3].

DESARROLLO

Se toma como base el método DL-EPR [4]. Esta técnica consiste en realizar un barrido de potencial en sentido noble desde el potencial de corrosión hasta un potencial de pasividad predeterminado. Durante este barrido se logra

la pasivación del material. Luego se invierte el sentido del barrido de potenciales, que pasa a ser en dirección activa y finaliza al llegar al valor inicial de potencial de reposo. Durante este barrido se disuelven las zonas del material que no se encuentran correctamente pasivadas, debido a deficiencias de cromo. La relación entre el pico de corriente de reactivación (I_r), que se obtiene en la curva de vuelta, y el pico de corriente de activación (I_a), de la curva de ida, sirve como indicador del estado de sensibilizado.

La determinación en laboratorio se efectúa desoxigenando la solución mediante burbujeo de nitrógeno [5]. Esto resulta poco práctico a la hora de efectuar una medición *in situ*, sería conveniente utilizar la solución en condiciones de aireación natural, siempre y cuando los resultados no se vean afectados. Por lo tanto, se estudió la influencia del contenido de oxígeno en la solución sobre la relación I_r/I_a .

Los ensayos se realizaron en acero inoxidable austenítico tipo AISI 304. 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 304 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 304 SS). A esta temperatura se encuentra la condición óptima para la precipitación de carburos de cromo.

RESULTADOS

Se hicieron mediciones efectuando un desplazamiento del oxígeno disuelto en la solución mediante burbujeo de nitrógeno durante una hora previo a comenzar con el

ensayo y manteniendo el burbujeo durante la medición. Estos resultados se compararon con los obtenidos en condiciones normales de aireación.

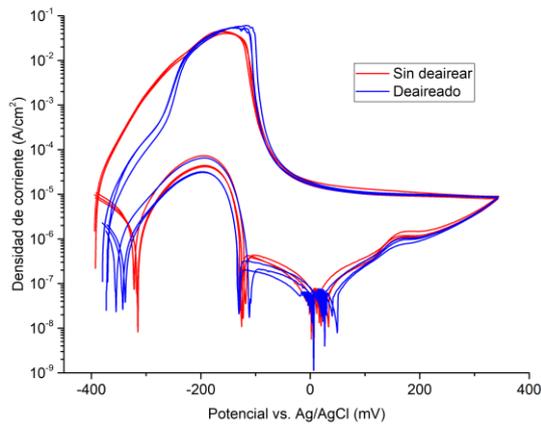


Figura 1: efecto del deaerado en mediciones de DL-EPR sobre probetas SA 304 SS.

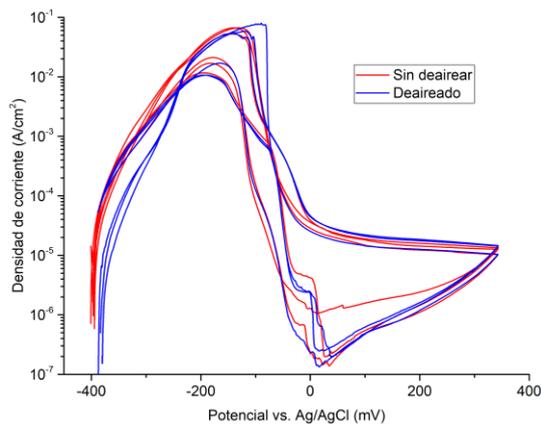


Figura 2: efecto del deaerado en mediciones de DL-EPR sobre probetas SA + S 2h 304 SS.

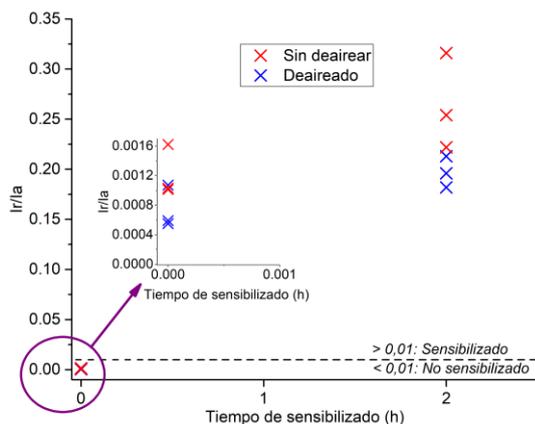


Figura 3: I_r/I_a obtenidos mediante DL-EPR en función del tiempo de sensibilizado en probetas de 304 SS.

Los valores de I_r/I_a obtenidos fueron evaluados 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 [6].

Los valores de I_r/I_a se consideran equivalentes entre las mediciones efectuadas deaerando y las mediciones efectuadas en condiciones de aireación natural.

Tabla 1: evaluación de los resultados de I_r/I_a obtenidos sobre probetas no sensibilizadas.

	SA 304 SS	
	Deaerado	Sin deaerear
$\overline{I_r/I_a}$	0,00074	0,00122
s	0,00029	0,00035
$t_{calculado}$	1,860	
t_{tabla}	2,776	
Prueba t	Equivalentes	

Tabla 2: evaluación de los resultados de I_r/I_a obtenidos sobre probetas sensibilizadas.

	SA + S 2h 304 SS	
	Deaerado	Sin deaerear
$\overline{I_r/I_a}$	0,197	0,264
s	0,016	0,048
$t_{calculado}$	2,288	
t_{tabla}	2,776	
Prueba t	Equivalentes	

CONCLUSIONES

Es posible discriminar entre aceros inoxidable sensibilizados y no sensibilizados efectuando mediciones de DL-EPR en condiciones naturales de aireación.

Estos resultados permiten simplificar la técnica, para poder efectuar la evaluación *in situ*.

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] ISO 12732:2006, "Electrochemical potentiokinetic reactivation measurement using the double loop method (based on Cihal's method)," 2008.
- [5] A.P. Majidi and M.A. Streicher, "The Double Loop Reactivation Method for Detecting Sensitization in AISI 304 Stainless Steels", Corrosion, vol. 40, pp. 584-593, 1984.
- [6] D. Harris, "Quantitative chemical analysis", W.H. Freeman and Co, 2007.