

Disolución selectiva de la ferrita mediante Doble Loop – Electrochemical Potentiodynamic Reactivation en recargues de aceros inoxidable superdúplex

J. Martínez^(a,b), S. Zappa^(a,c), H. Svoboda^(b,c), H. Perez^(a); L. Berardo^(a)

^(a) Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Buenos Aires, Argentina.

^(b) Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Facultad de Ingeniería, Buenos Aires, Argentina.

^(c) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), CABA, Argentina.

^(d) Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, CABA, Argentina

Autor principal: jmmartinez@inti.gob.ar

Los aceros inoxidables superdúplex (SDSS) están constituidos por ferrita y austenita altamente aleadas que poseen una buena combinación de resistencia mecánica y a la corrosión. El equilibrio microestructural de ambas fases, garantiza el óptimo de las propiedades anteriormente mencionadas. En los últimos años, la soldadura de recubrimiento se ha implementado en muchas industrias dando una solución económica a los problemas de ingeniería. Las principales aplicaciones de la soldadura de recubrimiento son: industrias de papel y celulosa, productos químicos, procesamiento de fertilizantes, procesamiento de alimentos, industria nuclear y fundamentalmente las industrias de gas y petróleo [1]. El método de soldadura de recubrimiento se basa en la deposición de un recubrimiento metálico sobre un elemento o pieza de sustrato, por lo general es de acero al carbono. El material de base soporta las solicitaciones mecánicas, mientras que el recubrimiento la resistencia al desgaste y/o a la corrosión. Por lo tanto, las propiedades deseables en los aceros inoxidables depositados son una buena soldabilidad, buenas propiedades mecánicas y buena resistencia a la corrosión generalizada y localizada. En los SDSS, una inadecuada selección de los parámetros de soldadura puede generar el desequilibrio microestructural (de ferrita y austenita) y la precipitación de fases secundarias, generando la pérdida de propiedades. En estos materiales, por lo general, altas velocidades de enfriamiento pueden resultar en una cantidad excesiva de ferrita y la precipitación de nitruros. Por otro lado, una baja velocidad de enfriamiento puede generar la precipitación de fases intermetálicas [2]. El objetivo de este trabajo fue el de estudiar el efecto del calor aportado y la cantidad de capas del recargue de acero inoxidable superdúplex sobre la composición química, la microestructura y resistencia a la corrosión, analizando el comportamiento de los mismos, mediante voltimetrías cíclicas en 35 gr/L de NaCl y en 3 mol de HCl usando como referencia la norma ISO 12732:2006 (Doble Loop – Electrochemical Potentiodynamic Reactivation “DL-EPR”).

Se soldaron seis cupones de recargue con un consumible macizo de SDSS (25,2 %Cr; 9,2 %Ni; 3,6 %Mo) de 1,2 mm de diámetro sobre una chapa de acero comercial (0,1 %C; 0,2 %Si; 0,6 %Mn) mediante el proceso de soldadura semiautomático con protección gaseosa (GMAW), con diferentes calores aportados con una y dos, capas utilizando Ar + 20% CO₂ como gas de protección. Se realizaron cortes transversales para la caracterización macro y microestructural. En la superficie de cada recargue se midió la composición química mediante espectrometría de emisión óptica y se determinó la dilución química, siendo ésta la relación entre la composición química medida experimentalmente y la reportada por el fabricante. Se realizó la cuantificación microestructural de ferrita por medio de metalografía cuantitativa. A fin de caracterizar el comportamiento frente a la corrosión, se realizaron estudios electroquímicos, utilizando un potencióstato/galvanostato marca Autolab, modelo 302N, y una celda electroquímica de apoyo convencional de tres electrodos de 3 mm de diámetro en solución de 35 g/L de NaCl y DL-EPR en 3 M de HCl y a temperatura ambiente y condiciones de aireación normal.

La Tabla 1 muestra los parámetros de soldadura utilizados (VS: velocidad de soldadura; CA: calor aportado), la dilución química (DQ), el contenido de ferrita (F) y los resultados de los ensayos de corrosión (Ecor: potencial de corrosión; Epic: potencial de picado; Erep: potencial de repasivación; Icorr: corriente de corrosión) medidos sobre la superficie.

La dilución osciló entre un 32 y un 1 %. Este hecho es un dato relevante, dada la importancia de la composición química en la formación de la microestructura [3]. El contenido de austenita fue mayor que el de

ferrita para todos los recargues. Por un lado, esta reportado el aumento del calor aportado, disminuye la velocidad de enfriamiento, obteniendo un mayor tiempo de transformación de ferrita en austenita. Por otro lado, una disminución en la dilución, aumenta el contenido de ferrita. Las curvas de polarización realizadas con 35 gr/L de NaCl muestran que la resistencia a la corrosión por picado para una y dos capas soldadas con bajo, medio y alto calor aportado son prácticamente similares. Sin embargo, con un análisis más detallado, se puede observar que la corriente de pasividad de los cupones soldados con dos capas fue más baja desde el Ecorr hasta los 700 mVAG/AGCL, aproximadamente, respecto a los de una capa. Para tratar de entender mejor éste fenómeno, se utilizó la técnica de DL-EPR en los cupones de dos capas donde se observó una disolución preferencial de la ferrita que disminuye conforme lo hace la dilución y el aumenta el contenido de ferrita. Ambas variables controladas por el calor aportado. Esto indica que el comportamiento particular de la corriente de pasividad podría estar asociada a la cupla galvánica de ferrita / austenita en la cual la fase mayoritaria y noble es la austenita [3]. La Figura 1 muestra las curvas de polarización y las voltmetrías de DL-EPR.

Tabla 1. Tipo, tamaño, y estilo de letra utilizado para la confección del resumen.

Cupón	Tensión [V]	Corriente [A]	VS [mm/s]	CA [kJ/mm]	DQ [%]	F [%]	Ecor [V]	Epic [V]	Erep [V]	Icorr [mA/cm ²]
S1B	28,4	203,2	9,4	0,6	32	22	-0,087	1,2	1,19	1,80E-06
S1M	32,3	207,6	5,5	1,2	23	24	-0,089	1,13	1,09	3,40E-07
S1A	27,0	203,2	3,0	1,8	3	36	-0,19	1,14	1,14	2,00E-06
S2B	28,5	205,8	9,7	0,6	11	32	0,048	1,18	1,14	3,30E-08
S2M	30,6	209,8	5,8	1,1	7	36	0,107	1,19	1,15	5,90E-08
S2A	27,0	205,6	3,0	1,8	1	39	0,064	1,1	1,05	2,90E-08

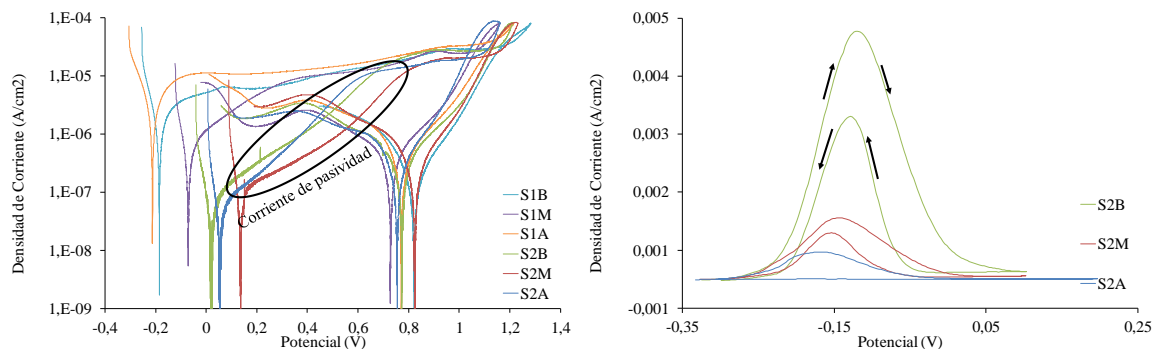


Figura 1. Curvas de polarización; Voltmetrías cíclicas (DL-EPR).

Palabras claves: Dilución Química; Proporción de Fases; Curvas de Polarización; Película Pasiva; Cupla Galvánica.

Área de interés: Tópico 2, Fundición, Solidificación y Soldadura

Tipo de presentación: Poster (X)

Referencias:

- [1] Kin, H. et al. (2014) Investigation of the sensitization and intergranular corrosion of tube-to-tubesheet welds of hyper duplex stainless steel using an electrochemical reactivation method. *Corrosion Science* 60-70.
- [2] Pardal, J. et al. (2009) Influence of the grain size on deleterious phase precipitation in superduplex stainless steel UNS S32750. *Material Characterization* 2009: 60 165-172.
- [3] Paulraj, P. and Garg, R. (2016) Effect of welding parameters on pitting behavior of GTAW of DSS and super DSS weldments. *Engineering Science and Technology, and International Journal*, 1076-1083.