



7mo encuentro de jóvenes investigadores en ciencia y tecnología de los materiales

5 y 6 de septiembre de 2019
Rosario, Santa Fe, Argentina

Efecto de los parámetros de soldadura sobre la resistencia a la corrosión de recargues superdúplex

J. Martínez*^(1,2), **S. Zappa**^(1,3), **H. Svoboda**^(1,3,4), **H. Perez**⁽¹⁾ y **L. Berardo**⁽¹⁾

- (1) Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Av. General Paz N° 5445 (1650) San Martín Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- (2) Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora (FI-UNLZ), RUTA 4 Km 2 (1832) Lomas de Zamora, Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- (3) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Godoy Cruz 2290 (1425) CABA, Argentina.
- (4) Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FI-UBA), Av. Paseo Colón 850 (1063) CABA, Argentina

* Correo Electrónico (autor de contacto): jmmartinez@inti.gov.ar

Tópicos: T5 Procesamiento y caracterización; **Categoría:** C1. Trabajos realizados por uno o más estudiantes de grado.

La soldadura de recargue, está asociada a la deposición superficial de material y es utilizada en la fabricación y reparación de equipos. Las propiedades del recubrimiento dependen de la composición química y de la microestructura (dependientes del procedimiento de soldadura). El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto del calor aportado y la cantidad de capas del recargue de acero inoxidable superdúplex sobre la composición química, la microestructura, la dureza y resistencia a la corrosión. Para tal fin, se soldaron cupones de recargue donde se trazaron curvas de polarización en soluciones de 35 gr/L y 70 gr/L de NaCl.

Texto Principal: Los aceros inoxidables superdúplex (SDSS) están constituidos por dos fases (ferrita y austenita). El equilibrio microestructural de ambas fases, garantiza las mejores propiedades (fundamentalmente la resistencia a la corrosión). Estos aceros y sus soldaduras son ampliamente utilizados en las industrias químicas, del gas y petróleo. Los ciclos térmicos generados durante el proceso de soldadura alteran en el equilibrio de fases y sus propiedades (mecánicas y de resistencia a la corrosión). En condiciones de ambientes normales, los SDSS, tienen una alta tendencia a generar una película pasiva enriquecida en Cr, Ni y Mo, la cual garantiza la alta resistencia a la corrosión [1]. La resistencia a la corrosión por picado en un SDSS depende de una gran cantidad de variables como: la relación austenita/ferrita, la composición química de ambas fases y la presencia de compuestos intermetálicas [2]. Para medir dicha resistencia se utilizan técnicas electroquímicas de polarización en las cuales se analizan el Potencial de Corrosión (E_{corr}), la densidad de Corriente de Corrosión (I_{corr}), el Potencial de Picado (E_{pic}) y el Potencial de Repasivación (E_{rep}). Los potenciales más positivos de E_{corr} , E_{pic} y $E_{rep} - E_{corr}$ indicarían una mayor resistencia a la corrosión por picado. La diferencia de composición química entre las fases de ferrita y austenita pueden afectar grandemente la resistencia a la corrosión. Varios autores [1,3] han reportado una disolución selectiva de la ferrita en medios ácidos asociada al efecto de cupla galvánica, donde la fase más noble tiende a ser la austenita.

Se soldaron seis cupones de soldadura de recargue, sobre una chapa de acero comercial de bajo carbono mediante el proceso de soldadura semiautomático con protección gaseosa (GMAW). A fin de variar el aporte térmico (0,6; 1,2; 1,8 kJ/mm), se emplearon, en todos los casos, los mismos parámetros eléctricos (30 V y 200 A) modificando únicamente la velocidad de soldadura (3,1; 5,5; 9,4 mm/s), de manera de generar diferentes velocidades de enfriamiento. El consumible empleado fue un alambre macizo de 1,2 mm de diámetro y el gas de protección fue Ar+20%CO₂. Además, se analizó el efecto de la cantidad de capas, realizándose probetas con una y dos capas. Para la caracterización macroestructural y microestructural se extrajeron cortes transversales. 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. Se tomaron al menos cinco valores de dureza Vickers con 1 kg de carga reportándose los valores promedio para cada condición. A fin de caracterizar el comportamiento frente

a la corrosión, se realizó un estudio electroquímico. Se utilizó un potenciostato/galvanostato marca Autolab, modelo 302N, y una celda electroquímica de apoyo convencional de tres electrodos de 3 mm de diámetro en soluciones de 35 y 70 gr/L a temperatura ambiente y condiciones de aireación normal.

La Tabla 1 muestra: la dilución química, el contenido de ferrita, la dureza y los resultados electroquímicos de los ensayos de curvas de polarización en una solución de 35gr/L de NaCl.

Cupón	DQ (%)	Ferrita (%)	Dureza (HV1)	Ecorr (V)	Epic (V)	Erep (V)	Icorr (mA/cm ²)
S1B	32	22	245	-0,087	1,2	1,19	1,80E-06
S1M	23	24	275	-0,089	1,13	1,09	3,40E-07
S1A	3	36	285	-0,19	1,14	1,14	2,00E-06
S2B	11	32	274	0,048	1,18	1,14	3,30E-08
S2M	7	36	278	0,107	1,19	1,15	5,90E-08
S2A	1	39	283	0,064	1,1	1,05	2,90E-08

Tabla 1: Identificación de los cupones: S: SDSS; 1 o 2: Capas; B: bajo; M: medio; A: alto; resultados.

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 [4]. 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. En cuanto a los valores de dureza, no se encontraron grandes variaciones (40 HV1). Sin embargo, al aumentar el contenido de ferrita, la dureza aumento. Esto podría estar asociado, a la mayor dureza de la 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 lo siguiente: 1) El potencial y la corriente de corrosión determinado muestra una mayor resistencia a la corrosión en los cupones soldados con dos capas. Esto podría estar asociado a la menor dilución de dichas probetas; 2) La corriente de pasividad de los cupones soldados con dos capas fue más baja desde el Ecorr hasta los 700 mV_{AG/AGCL}, aproximadamente, respecto a los de una capa. Para tratar de entender mejor éste fenómeno, se utilizaron curvas de polarización más agresivas (70 gr/L de NaCl) en los cupones de dos capas, los cuales no mostraron diferencias. En base a estos estudios, la agresividad del medio en NaCl no tiene influencia sobre el comportamiento a la corrosión. Esto indica que el comportamiento particular de la corriente de pasividad es dependiente de la microestructura. Esto podría estar asociado a una cupla galvánica de ferrita / austenita en la cual la fase mayoritaria y noble es la austenita [4]. La Figura 1 muestra las curvas de polarización.

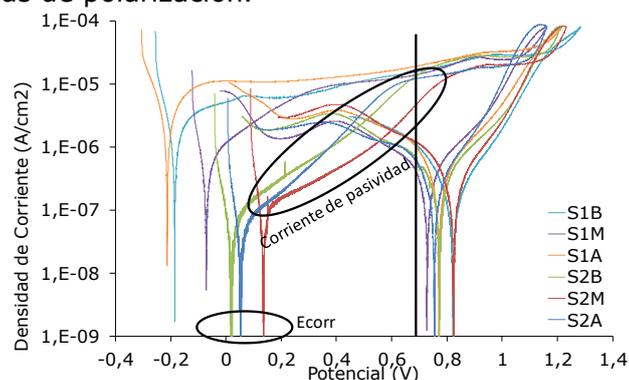


Figura 1: Curvas de polarización.

Agradecimientos: Los autores agradecen a BOHELER Argentina por la provisión del consumible utilizado, AIR LIQUIDE Argentina por la donación de los gases de soldadura, a ESAB-CONARCO Argentina por los análisis químicos.

Referencias

- [1] T. Bellez, et all., Study of stainless steels corrosion in strong acid mixture. Part II: anodic selective dissolution weight loss and electrochemical impedance spectroscopy tests, Corrosion Science, 2018, 12-21.
- [2] R. N. Gun. English, Duplex stainless steel, microstructure, properties and application, 1997, Woodhead publishing LTD with The Welding Institute.
- [3] W. Tsai, et all., Galvanic corrosion between the constituent phases in duplex stainless Steel, Corrosion Science 2007, 3659-3668.
- [4] P. Paulraj and R. Garg, Effect of welding parameters on pitting behavior of GTAW of DSS and super DSS weldments, Engineering Science and Technology, and International Journal, 2016, 1076-1083.