

18º Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales SAM - CONAMET 2018



Centro Atómico Bariloche - Instituto Balseiro

San Carlos de Bariloche

1- 5 de octubre de 2018



Comisión Nacional
de Energía Atómica

Resúmenes Extendidos

ISBN 978-987-1323-62-3



9 789871 323623

**Libro de resúmenes extendidos del
18º Congreso Internacional de Metalurgia y
Materiales SAM-CONAMET 2018**

Compilado por Facundo J. Castro, Pierre Arneodo Larochette y Graciela Bertolino

Editorial Comisión Nacional de Energía Atómica - CNEA
Av. Del Libertador 8250
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
República Argentina

1^{ra} Edición

Libro digital, PDF

© Comisión Nacional de Energía Atómica 2018
Av. Del Libertador 8250
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, República Argentina
propiedadintelectual@cnea.gov.ar

ISBN: 978-987-1323-62-3

Queda hecho el depósito que establece la ley 11.723
Impreso en la República Argentina

La presente obra contiene los resúmenes extendidos correspondientes a los trabajos científicos presentados del 1 al 5 de octubre de 2018 en el 18º Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales SAM-CONAMET 2018, llevado a cabo en la Ciudad de San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina. Cada autor es titular de todos los derechos de su trabajo. La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) ha confeccionado este compendio de artículos con el único objetivo de difundir las actividades de investigación en cada una de las áreas temáticas abarcadas en el Congreso. La CNEA no se responsabiliza por el contenido de dichos trabajos, los cuales fueron presentados por sus autores a los fines de ser evaluados y aprobados por el Comité Científico del Congreso en cuanto a calidad y relevancia científica para su presentación en dicho evento y su posterior publicación, de manera no exclusiva, como material en la presente obra.

Asociaciones organizadoras



Asociación
Argentina de
Materiales



Instituciones organizadoras



Comisión Nacional
de Energía Atómica



Organismos patrocinadores



Auspiciantes comerciales





COMPORTAMIENTO FRENTE A LA CORROSIÓN DE ACEROS INOXIDABLES SUPERFERRÍTICOS EN DIFERENTES MEDIOS

Arturo F. Krauchuka⁽¹⁾, Jorge D. Vier⁽¹⁾, Roberto Rozicki⁽¹⁾, Alicia E. Ares^(1,2), Raul B. Rebak⁽³⁾ y Natalia S. Zadorozne^{(1,2)*}

(1) ProMyF - FCEQyN, UNaM, Félix de Azara 1552 (3300), Posadas, Misiones, Argentina
(2) IMAM, UNaM, CONICET, FCEQyN (Calle Félix de Azara N° 1552, N3300LQD, Misiones), Posadas, Argentina.

(3) Global Research, 1 Research Circle, CEB2551, Schenectady, NY 12309, USA
*Correo Electrónico (autor de contacto): nataliazadorozne@gmail.com

Los aceros superferríticos APMT y 4C54 presentan una alta resistencia a la corrosión, especialmente a alta temperatura. No existe mucha información acerca de sus comportamientos en medios más comúnmente hallados en la industria. En este ámbito, el acero austenítico 316 es el más utilizado. El objetivo de este trabajo se centró en evaluar el comportamiento electroquímico de los aceros en soluciones de NaCl y HCl a temperatura ambiente, para luego contrastarlos con los obtenidos para la aleación 316. Se encontró que el desempeño electroquímico de estos materiales depende de su contenido de cromo, pero no así de su microestructura.

El acero inoxidable del tipo 316 es uno de los más representativos dentro de los aceros inoxidables austeníticos. Posee una buena resistencia a la corrosión y se lo emplea en forma significativa en la industria química, alimentaria y médica [1,2]. Los aceros inoxidables ferríticos son los más económicos debido a su bajo contenido de Ni. Exhiben una buena resistencia a la corrosión en medios conteniendo cloruros, lo que les permiten ser seleccionados en determinadas aplicaciones, como alternativa a los aceros inoxidables austeníticos [3,4]. En los últimos años se han desarrollado aceros inoxidables ferríticos diseñados especialmente para mejorar su comportamiento frente a la corrosión. Estas aleaciones se denominan superferríticas. Las aleaciones APTM y 4C54 se clasifican dentro de este grupo [5-10]. Dada las características que presentan las estas aleaciones, las investigaciones realizadas hasta el momento abarcan estudios que evalúan sus propiedades mecánicas y frente a la corrosión a altas temperaturas. Sin embargo, no existe mucha información acerca del comportamiento frente a la corrosión de estas aleaciones en medios más comúnmente hallados en la industria como ser en soluciones neutras, ácidas y alcalinas a temperatura ambiente [11-13].

El objetivo de este trabajo se centrará en evaluar en forma sistemática y comparativa el comportamiento frente a la corrosión general y localizada de las aleaciones APTM y 4C54 (Tabla 1) en soluciones de 3,5 % NaCl y 0,1 mol/L HCl a temperatura ambiente. Se buscará comparar el comportamiento de estos materiales con el acero 316 (acero inoxidable austenítico).

Se realizaron mediciones del Potencial de corrosión en el tiempo, polarización potenciodinámica cíclica para determinar la susceptibilidad a la corrosión localizada (Norma ASTM G 61), y determinación de la Resistencia a la Polarización a través de la técnica de Espectroscopia de Impedancia Electroquímica (Norma ASTM G 106). Se utilizó una celda electroquímica convencional de tres electrodos y un potenciostato GAMRY 600. En estas celdas, junto con el electrodo de trabajo se colocó el contraelectrodo de platino y el electrodo de referencia. El electrodo de referencia utilizado fue de calomel saturado ($V_{ECS} = 0,244 V_{ENH}$). Cuando las condiciones lo requirieron, se desplazó el oxígeno disuelto en la solución mediante burbujeo de nitrógeno de alta pureza durante 60 minutos previos al ensayo y a lo largo de todo el ensayo.

A modo de ejemplo de los resultados obtenidos se presentan las figuras 1 a 6.

Aleación	Tipo de acero	Composición (% en peso)						PREN*
		Ni	Cr	Mo	Mn	Al	Fe	
316	Austenítico	10	17	2,5			Bal.	25,2
APMT	Superferrítico		20,5	3	0,4	5	Bal.	30,9
4C54	Superferrítico	0,2	25,5		0,8		Bal.	29,7

* PREN= %Cr + 3.3(%Mo + 0.5 %W) + 16 %N

Tabla 1: Composición porcentual de los materiales utilizados.

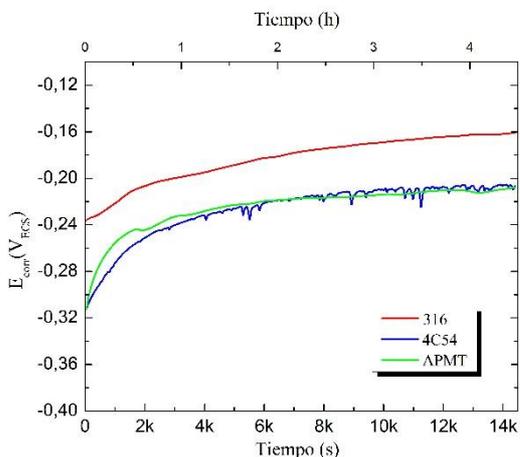


Figura 1: Variación del potencial de corrosión en el tiempo en 3,5 % NaCl

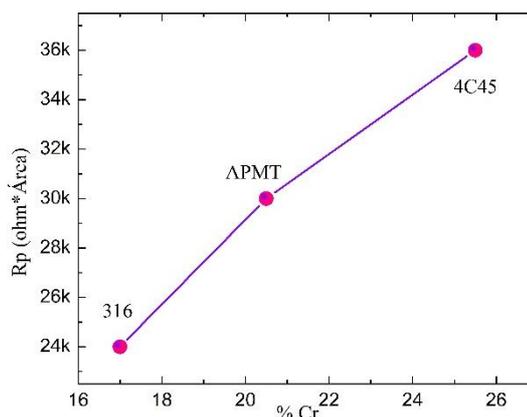


Figura 2: Rp (EIE) en función del % Cr en peso de las aleaciones en 3,5 % NaCl

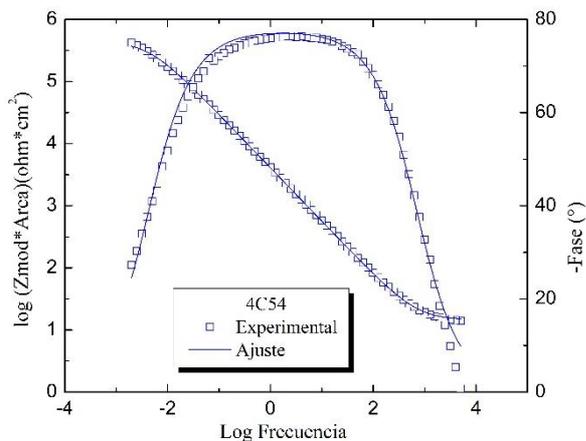


Figura 3: Diagrama de Bode para la aleación 4C54 en 3,5% NaCl

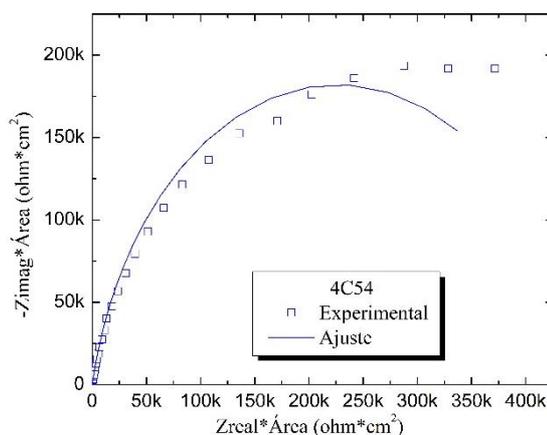


Figura 4: Diagrama de Nyquist para la aleación 4C54 en 3,5% NaCl

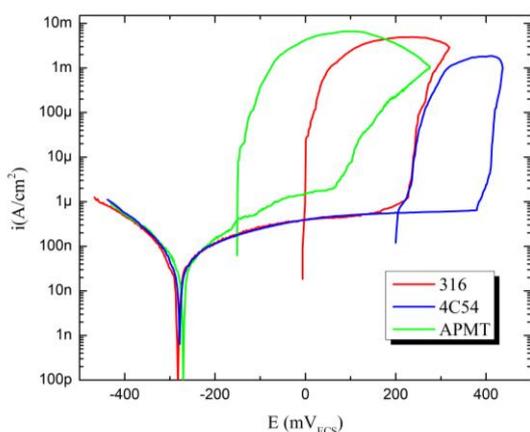


Figura 5: Curvas Potenciodinámica Cíclica en 3,5 % NaCl

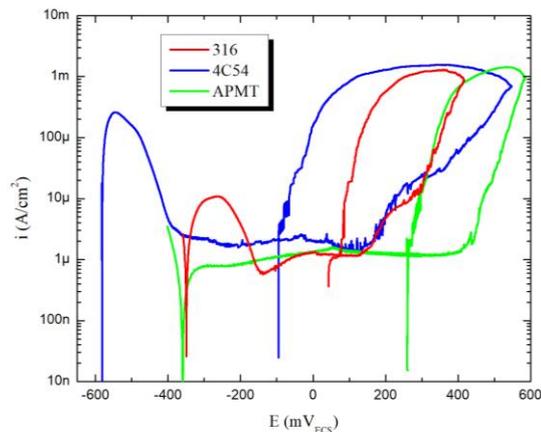


Figura 6: Curvas Potenciodinámica Cíclica en 0,1 mol/L HCl

A partir de los resultados obtenidos, se observó que el desempeño electroquímico que exhibieron de los aceros superferríticos al estudiarse en NaCl fue completamente diferente al presentado en HCl. La variación del potencial de corrosión en el tiempo en NaCl mostró que los aceros APTM y 4C54 presentaron un comportamiento similar entre sí, con menores valores de potencial en comparación con la aleación 316, mientras que en HCl esta tendencia se invirtió. Al evaluar el comportamiento frente a la corrosión localizada (Figuras 5 y 6), se observó que la aleación 316 presentó siempre una performance intermedia entre ambos aceros superferríticos. El análisis de los ajustes realizados en las espectroscopias de impedancia electroquímica mostró que la resistencia a la polarización fue directamente proporcional con el contenido de cromo de los aceros para ambos medios.

En función de lo anterior, se concluyó que la resistencia frente a la corrosión de estas aleaciones no está relacionada ni con su microestructura ni con su número PREN. Se pudo establecer una correlación solamente con el contenido de Cr en su composición. Se deben realizar más ensayos en condiciones diferentes para poder determinar si los aceros superferríticos estudiados pueden convertirse en una alternativa a la aleación 316.

Referencias

- [1] M.J. Jiménez-Come, I.J. Turias, F.J. Trujillo, An automatic pitting corrosion detection approach for 316L stainless steel, *Mater. Des.* 56, 2014, 642–648. doi:10.1016/j.matdes.2013.11.045. (paper)
- [2] R.M. Davison, T.R. Laurin, J.D. Redmond, H. Watanabe, M. Semchyshen, A review of worldwide developments in stainless steels, *Mater. Des.* 7, 1986, 111–119. doi:10.1016/0261-3069(86)90001-4. (paper)
- [3] F. Teroerde, P. Richard, eds., *La solución ferrítica. La guía esencial para los aceros inoxidable ferrítico*, International Stainless Steel Forum (ISSF), 2007. (guía técnica)
- [4] J.E. Bringas, A. Edmonton, eds., *The Metals Black Book. Ferrous metals.*, 2nd Edition, CASTI Publishing Inc., Canada, 1997. (libro)
- [5] W. Gao, Z. Li, eds., *Developments in high-temperature corrosion and protection of materials*, Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington, 2008. (libro)
- [6] A. Guria, I. Charit, Observation of serrated flow in APMTM steel, *Mater. Lett.* 160, 2015. 55–57, doi: 10.1016/j.matlet.2015.07.072. (paper)
- [7] Engkvist, S. Canovic, K. Hellström, A. Järnäs, J.E. Svensson, L.G. Johansson, et al., Alumina scale formation on a powder metallurgical FeCrAl alloy (Kanthal APMT) at 900–1,100 °C in dry O₂ and in O₂ + H₂O, *Oxid. Met.* 73, 2010), 233–253. doi:10.1007/s11085-009-9177-7. (paper)
- [8] Kanthal APMT, 24, 2014, <http://kanthal.com/en/products/material-datasheets/wire/na/kanthal-apmt/>. (guía técnica)
- [9] Steel Sandvik, *Seamless tube Sandvik 4C54*, 1998. (guía técnica)
- [10] Steel Sandvik, *Sandvik 4C54 Datasheet*, 2015. (guía técnica)
- [11] N. Israelsson, *High Temperature Oxidation and Chlorination of FeCrAl Alloys*, 2014. (trabajo presentado en congreso)
- [12] I.M. Wolff, L.E. Iorio, T. Rumpf, P.V.T. Scheers, J.H. Potgieter, Oxidation and corrosion behaviour of Fe–Cr and Fe–Cr–Al alloys with minor alloying additions, *Mater. Sci. Eng. A.* 241, 1998 264–276. doi:10.1016/S0921-5093(97)00500-5. (paper)
- [13] E. Airiskallio, E. Nurmi, M.H. Heinonen, et al., High temperature oxidation of Fe–Al and Fe–Cr–Al alloys: The role of Cr as a chemically active element, *Corros. Sci.* 52, 2010, v3394–3404. doi:10.1016/j.corsci.2010.06.019. (paper)