

## Efecto de la temperatura sobre el comportamiento anticorrosivo de películas de conversión a base de La

L. Antonucci<sup>(a,b)</sup>, M. J. Banera<sup>(a,b)</sup>, G. O. Mendivil<sup>(b)</sup>, C. I. Elsner<sup>(a,b)</sup>

<sup>(a)</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina

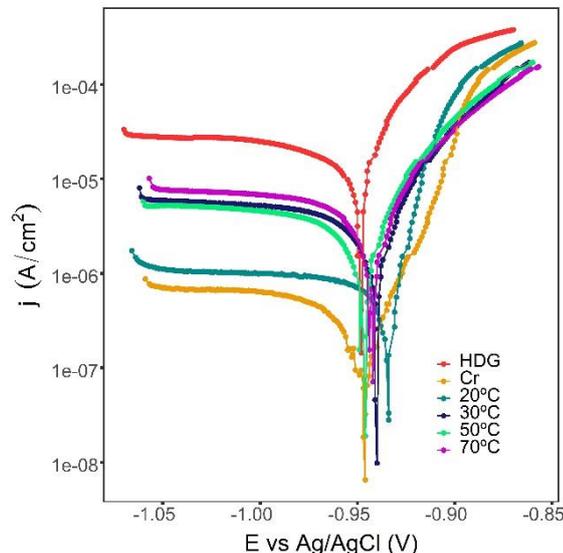
<sup>(b)</sup> Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas (CIDEPINT), CIC-CONICET- Facultad de Ingeniería-UNLP, Buenos Aires, Argentina

[l.antonucci@cidepint.ing.unlp.edu.ar](mailto:l.antonucci@cidepint.ing.unlp.edu.ar)

Los recubrimientos metálicos a base de cinc, son ampliamente utilizados para la protección de estructuras de acero frente a la corrosión. En general, las piezas galvanizadas se someten a tratamientos adicionales a base de cromatos <sup>[1]</sup> para generar películas de conversión sobre su superficie que permitan mejorar la performance anticorrosiva y/o la adhesión de otros recubrimientos. Sin embargo, debido al carácter cancerígeno y extremadamente contaminante del cromo hexavalente, han crecido a nivel mundial las normativas tendientes a restringir su uso <sup>[2]</sup>. En consecuencia, se ha impulsado la búsqueda de tratamientos eco-amigables, surgiendo como alternativa las películas de conversión a base de lantánidos <sup>[3]</sup>. El presente trabajo tiene por objetivo evaluar el desempeño anticorrosivo de películas de conversión a base de lantano generadas sobre acero galvanizado por inmersión a distintas temperaturas.

Como sustrato base se utilizó acero galvanizado comercial tipo “hot-dip”, sometido a una limpieza electroquímica a fin de remover el recubrimiento de conversión de cromatos. Las películas de conversión se generaron por inmersión, sin agitación, en solución 5 g/L de  $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  durante 10 minutos a 20, 30, 50 y 70°C. La performance anticorrosiva de los distintos recubrimientos se evaluó mediante curvas de polarización potenciodinámicas, realizadas en un rango de potencial de  $\pm 100$  mV vs el potencial de circuito abierto, con una velocidad de barrido de 0,1667 mV/s. Los ensayos electroquímicos se realizaron en una celda conformada por una placa de acero inoxidable como contraelectrodo, un electrodo de  $\text{Ag}/\text{AgCl}_{(\text{sat})}$  como electrodo de referencia, y la muestra bajo estudio como electrodo de trabajo. Todas las medidas se realizaron a temperatura ambiente, y al menos por triplicado, sobre un área expuesta de 1,32  $\text{cm}^2$  y empleando  $\text{NaCl}$  0,05 M como electrolito.

En la **Figura 1**, se presentan las curvas de polarización de las probetas tratadas por inmersión a distintas temperaturas, y las obtenidas para sustratos de acero galvanizado sin tratar (HDG), y con la película de cromo (Cr).



**Figura 1.** Curvas de polarización de las películas obtenidas por inmersión durante 10 minutos.

En el rango de potencial comprendido entre -1,05 V y el potencial de corrosión ( $E_{Corr}$ ), todos los pretratamientos ensayados reducen un orden de magnitud la densidad de corriente catódica, respecto a la muestra de acero galvanizado sin tratar (HDG). En cuanto a la rama anódica de las curvas, todas las temperaturas ensayadas conducen a una ligera reducción de la densidad de corriente respecto al sustrato sin tratar (HDG).

En la **Tabla 1** se presentan los parámetros electroquímicos obtenidos a partir de las curvas de polarización, mediante el software CorrView<sup>®</sup>, para las probetas de acero galvanizado sin tratar (HDG), con recubrimiento superficial de cromo (Cr), y con recubrimientos a base de lantano generados a distintas temperaturas. A su vez, se incluye la eficiencia de las películas de conversión, calculada según:

$$\eta_{Protección} = 100 \times \frac{(j_{Corr})_{HDG} - (j_{Corr})_i}{(j_{Corr})_{HDG}}$$

Donde  $(j_{Corr})_i$  y  $(j_{Corr})_{HDG}$  son las velocidades de corrosión del pretratamiento  $i$  y del sustrato de acero galvanizado sin protección, respectivamente.

**Tabla 1.** Parámetros electroquímicos obtenidos a partir de las curvas de polarización.

Muestra	$j_{Corr}$ [ $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ ]	$E_{Corr}$ [V vs Ag/AgCl <sub>(sat)</sub> ]	$\eta_{Protección}$ [%]
HDG	15,7	-0,928	---
Cr	0,7	-0,943	95
20°C	0,9	-0,940	94
30°C	4,7	-0,939	70
50°C	4,0	-0,944	75
70°C	4,5	-0,940	72

La información proveniente de las curvas de polarización sugiere que el tratamiento con nitrato de lantano reduce la velocidad de corrosión, al obstaculizar las reacciones catódica y anódica. De acuerdo con la literatura, el efecto de las sales de tierras raras sobre la respuesta catódica está asociado a la existencia de una barrera sobre la superficie metálica que dificulta el suministro de oxígeno, o electrones, por su elevada resistencia eléctrica<sup>[3]</sup>. El efecto barrera, se debe a la deposición de óxidos y/o hidróxidos de tierras raras, la cual está estrictamente vinculada al proceso catódico que se desarrolla en la superficie metálica. La alcalinización local generada durante la reducción de oxígeno conduce a la precipitación de tierras raras en los sitios catódicos, dificultando el progreso de la reacción catódica y, en consecuencia, disminuyendo la velocidad de corrosión<sup>[4]</sup>.

Los resultados obtenidos permiten concluir que las películas generadas disminuyen la velocidad de corrosión en al menos un orden de magnitud al inhibir la reducción de oxígeno en los sitios catódicos; y que el aumento de la temperatura de tratamiento no produce una mejora significativa en la performance anticorrosiva, en las condiciones experimentales ensayadas.

**Palabras claves:** Acero Galvanizado, Corrosión, Películas de Conversión, Lantano.

#### Referencias

- [1] Zhang, S. H.; Kong, G.; Lu, J. T.; Che, C. S.; Liu, L. Y. (2014). "Growth behavior of lanthanum conversion coating on hot-dip galvanized steel", *Surf. Coatings Technol.*, vol. 259, pp. 654–659.
- [2] Kong, G.; Lingyan, L.; Lu, J.; Che, C.; Zhong, Z. (2011). "Corrosion behavior of lanthanum-based conversion coating modified with citric acid on hot dip galvanized steel in aerated 1M NaCl solution", *Corros. Sci.*, vol. 53 (4), pp. 1621–1626.
- [3] Hinton, B. R. W. (1992). "Corrosion inhibition with rare earth metal salts", *J. Alloys Compd.*, vol. 180 (1), pp. 15–25.
- [4] Hinton, B. R. W.; Wilson, L. (1989). "The corrosion inhibition of zinc with cerous chloride", *Corros. Sci.*, vol. 29 (8), pp. 967–985.