

## **PROPIEDADES ANTICORROSIVAS DE RECUBRIMIENTOS DOBLES**

### **ELECTRODEPOSITADOS SOBRE ACEROS SAE 4140 y AISI 304**

I.L. Lehr\* S.B. Saidman

**Instituto de Ingeniería Electroquímica y Corrosión (INIEC),  
Departamento de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Sur, Av.  
Alem 1253, 8000 Bahía Blanca, Argentina.**

#### **Introducción**

Los recubrimientos de conversión que modifican las capas superficiales de un material y permiten incrementar su resistencia a la corrosión resultan un procedimiento simple y de bajo costo para incrementar la resistencia a la corrosión de un sustrato. Entre los recubrimientos alternativos a los que contienen cromo se destacan las películas de conversión basadas en sales de cerio [1-2]. Es conocido que las películas de conversión se emplean tanto para mejorar la resistencia a la corrosión como para favorecer la adherencia de recubrimientos orgánicos con el metal.

Por otro lado, otra estrategia ampliamente estudiada para la protección de la corrosión es la utilización de polímeros conductores. Estos recubrimientos no sólo actúan como una barrera física sino que también pueden conferir protección anódica o catódica lo que depende de las condiciones de formación. Se reportó que el empleo del surfactante AOT como dopante en la electrosíntesis de películas de polipirrol (PPy) permite obtener películas con excelentes propiedades anticorrosivas sobre diferentes sustratos activos [3,4].

En los últimos años ha crecido el interés en el estudio de recubrimientos dobles (RD) empleando por ejemplo películas de polianilina (Pani) y de conversión de cerio sobre aleaciones de aluminio [5,6]. Estos recubrimientos presentaron características anticorrosivas superiores comparadas con cada película individual. De esta manera surge la posibilidad de combinar las características protectoras del polímero y las propiedades de las películas de conversión en un único recubrimiento. El objetivo de este trabajo es generar películas de conversión basadas en Ce (RCe) sobre aceros SAE 4140 y AISI 304 y posteriormente electrodepositar el polímero generando recubrimientos con elevada resistencia a la corrosión y que permitan mejorar la capacidad autoreparadora de ambas películas simples.

#### **Resultados**

En primer lugar se estudió la electroformación de películas de conversión base cerio (RCe) sobre aceros SAE 4140 y AISI 304. Se determinaron las condiciones experimentales óptimas que permitieron obtener las películas con mejores características anticorrosivas, analizándose la influencia de los diferentes parámetros intervinientes en el proceso de conversión (composición de la solución de conversión, temperatura, tiempo de inmersión, pH, agentes aditivos, etc.). Los RCe se obtuvieron tanto por simple inmersión como bajo condiciones galvanostáticas, potenciodinámicas o potencioestáticas. Los mejores RCe se obtuvieron aplicando un potencial de  $-0.75$  V durante 30 min en 50 mM de  $Ce(NO_3)_3$  a 50 °C.

Posteriormente, y luego de establecer las condiciones óptimas para obtener las películas de conversión con mejores características anticorrosivas, se comenzó con el estudio de la electrodeposición de películas de PPy en soluciones que contenían AOT y pirrol sobre las películas de conversión base cerio previamente generadas sobre los aceros. Se analizó la influencia de las distintas variables (concentración de monómero, temperatura, método electroquímico utilizado, etc.) sobre la electroformación del polímero. Se obtuvieron películas de PPy uniformes, estables y adherentes tanto bajo condiciones galvanostáticas como potenciodinámicas y potencioestáticas.

La caracterización de los recubrimientos se efectuó mediante el empleo de microscopía electrónica de barrido (SEM), espectroscopia de análisis de dispersión de rayos X (EDAX) y difracción de rayos X (XRD). La morfología de los recubrimientos dobles (RD) se caracteriza por la presencia de una estructura granular típica del polímero con agregados cristalinos sin una dirección de crecimiento preferencial. La cantidad de cerio, la distribución de los depósitos sobre la superficie y el espesor de la película de conversión son factores importantes en la posterior electrosíntesis del polímero. El recubrimiento de conversión conduce a la formación de una superficie rugosa la cual mejora la adherencia del PPy al sustrato.

Las medidas del potencial de circuito abierto (PCA) en función del tiempo, polarización anódica y espectroscopía de impedancia electroquímica, en soluciones que contenían iones cloruro permitieron evaluar el grado de protección anticorrosiva otorgado por estas películas dobles al sustrato. Tanto las películas individuales (RCe, PPy) como los RD estudiados presentaron un desplazamiento de los potenciales de corrosión hacia valores más positivos.

#### Conclusión

Recubrimientos dobles adherentes, estables y uniformes se obtuvieron sobre aceros. Estas películas presentaron un desempeño anticorrosivo superior que cada película individual, donde la película de conversión actúa como barrera y se complementa con la protección anódica y un efecto barrera otorgado por el polímero. Esta mejora en las propiedades anticorrosivas está asociada con la presencia de  $Ce^{3+}$  y  $Ce^{4+}$  sobre la superficie del polímero.

**Agradecimientos:** CONICET, ANPCYT y Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

#### **Referencias**

- [1] K. Aramaki. Corros. Sci. 46 (2004) 1565-1579.
- [2] M. Bethencourt, F. Botana, M. Cano, M. Marcos, Appl. Surf. Sci. 238 (2004) 278-281.
- [3] I. L. Lehr, S. B. Saidman, Mat. Chem. Phys. 100 (2006) 262.
- [4] I. L. Lehr, S. B. Saidman, Corros. Sci. 49 (2007) 2210.
- [5] H. Johansen, C. Brett, A. Motheo, Corros. Sci. 63 (2012) 342.
- [6] K. Kamaraj, V. Karpakam, S. Sathiyarayanan, G. Xenkatchari, J. Electrochem. Soc. 157 (2010) C102-C109.