

Resistencia a la Corrosión de Películas Delgadas Cerámicas en medios acuosos

I.E. Abraira-Muñoz¹, A.B. Martínez Valencia¹, G. Solorio², G. Carbajal de la Torre² *

1. Facultad de Ingeniería Química. UMSNH. Santiago Tapia 403. Centro. Morelia, Michoacán.

2. Facultad de Ingeniería Mecánica. UMSNH. Santiago Tapia 403. Centro. Morelia, Michoacán.

*georginacar@gmail.com

Introducción

Las películas delgadas en superficies metálicas sintetizadas por el método sol-gel han proveído un camino útil para proteger contra la corrosión [1-3]. La barrera de protección de la película hecha vía el proceso sol-gel y que cubre al metal consiste en la preparación de una solución (el sol) formando posteriormente el gel se obtiene y aplica por varios métodos a las superficies a ser protegidas [3]. La protección de resistencia a la corrosión de aceros con películas de circonio [4] y películas de aluminio con sílice [5] son dos recientes ejemplos que se han estudiado en la literatura.

En el proceso sol-gel, la formación de la película es cumplida a través de los métodos de deposición de película líquida, en donde una fase líquida continua es forzada a desplazar el aire al sustrato a través de un proceso de mojado. Las técnicas más comunes en esta clase de métodos son el de inmersión (dip-coating) y el spin-coating. La técnica sol-gel requiere menos equipo, puede ser manipulada para formas grandes y complejas, y es aplicable a sustratos que no resisten altas temperaturas [6].

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos por técnicas de medición potenciodinámicas de películas delgadas de $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ depositadas sobre acero 1008 dip-coating, y medidas en soluciones acuosas de 1.0 M H_2SO_4 y 1.0 M NaCl a temperatura ambiente y caracterizadas por microscopía electrónica de barrido (MEB) después de ser estudiadas en los medios.

Objetivo

Síntesis de películas delgadas de $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ y ZrO_2 por el proceso sol-gel depositadas sobre sustratos metálicos para su evaluación como protección contra la corrosión en medios acuosos ácidos y su caracterización por microscopía electrónica de barrido y espectroscopia de infrarrojo.

Metodología Experimental

Las diferentes soluciones precursoras para producir las películas delgadas fueron preparadas usando tetraetilortosilicato (TEOS), isopropóxido de aluminio (AIP), isopropóxido de zirconia y ethanol, las cuales fueron llevadas a reflujo por 3 horas y posteriormente las películas obtenidas fueron depositadas en sustratos metálicos por la técnica de inmersión (dip-coating).

El acero de bajo carbono utilizado fue del tipo 1008 (UNS G1008), es un acero de producto de carbón básico conteniendo $\text{Fe} \leq 0.1\text{C} - 0.5\text{Mn (max)} - 0.04\text{S (max)} - 0.05\text{P(max)}$ (wt%). Las piezas metálicas fueron limpiadas para

remover cualquier capa de oxido y desengrasadas asimismo con alcohol isopropílico antes de aplicar la película delgada como recubrimiento.

Para llevar a cabo el depósito de la película en el sustrato de acero, el sol fue envejecido por 15 días, el tiempo de residencia durante la inmersión fue de 6 minutos y con una velocidad de inmersión de 20 cm/min. El acero recubierto fue secado a temperatura ambiente y después se le dio un tratamiento térmico a 600 °C por 2 horas con una velocidad de calentamiento de 2°C/min.

Mediciones de Corrosión

Para evaluar la respuesta a la resistencia a la corrosión de estas películas usadas como recubrimientos, las curvas de polarización potenciodinámicas fueron evaluadas con potenciostato marca ACM Instruments con velocidad de polarización de 1mV/seg, en medios acuosos de 1.0 M H₂SO₄ y NaCl y a temperatura ambiente. Las mediciones electroquímicas son métodos precisos y convenientes para evaluar la resistencia a la corrosión de un material en un medio específico [8]. Las muestras recubiertas fueron observadas antes y después del ataque corrosivo por microscopía electrónica de barrido (SEM JEOL 5400) obteniendo imágenes superficiales por electrones secundarios de las áreas dañadas y no dañadas.

Resultados

Los resultados obtenidos de la protección contra la corrosión en los dos medios fueron similares. La protección de las películas fue limitada por el crecimiento del rompimiento de la película debido a la tensión residual entre la película y el sustrato y el crecimiento de óxidos del sustrato bajo la película durante la prueba de corrosión. Las morfologías de las muestras en el acero con el recubrimiento (película) antes y después de ser evaluadas en los medios acuosos fueron investigadas por microscopía electrónica de barrido (MEB).

Los resultados de las evaluaciones de la resistencia a la corrosión indicaron que la película como recubrimiento provee protección en esos medios para esos sustratos, como lo muestran las curvas y esta película desarrolló un comportamiento pasivo en el rango anódico.

Las microestructuras de las películas densificadas de SiO₂-Al₂O₃ sobre el acero son mostradas en la Fig. 1 y la Fig. 2. La Fig. 1 muestra el aspecto de la película antes de la prueba de corrosión y la Fig. 2 muestra la prueba después de ser corroída en el medio acuoso de NaCl. Se observó una variación en la microestructura, en la fig. 2 la película presenta microfisuras y bajo la película, en el sustrato, se observó la formación característica de óxidos metálicos de (FeO) debido a las reacciones de las pruebas de polarización, las cuales fueron formadas en las áreas de rompimiento.

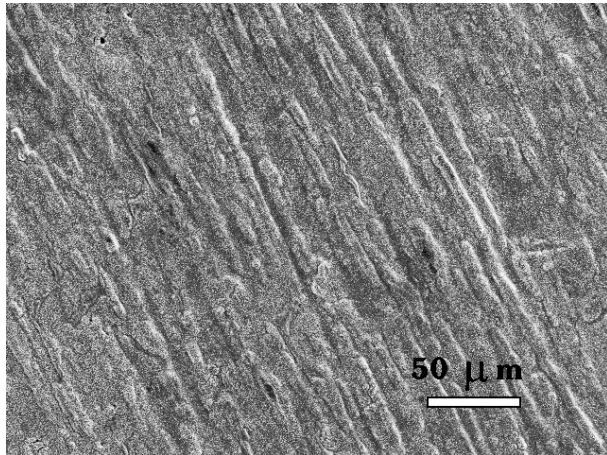


Figura 1. Imagen de MEB de la película tipo recubrimiento antes de la prueba de corrosión en solución de NaCl 1.0 M.

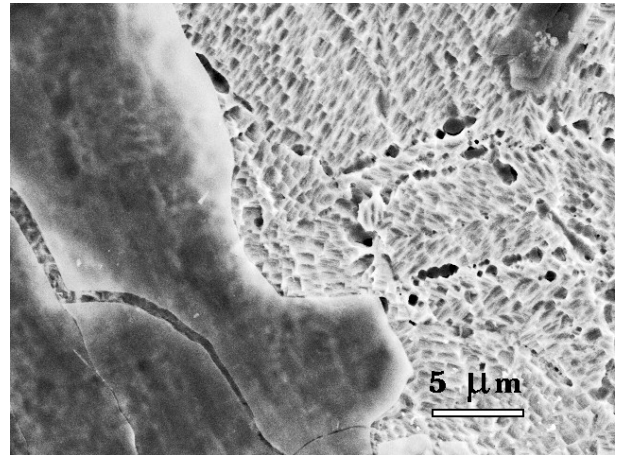


Figura 2. Imagen de MEB de la película después de la prueba de corrosión en solución de NaCl 1.0 M.

Conclusiones

El proceso sol-gel es una técnica importante para la síntesis de películas delgadas cerámicas, y de vidrios inorgánicos a baja temperatura. Utilizando alóxidos metálicos en la reacción de síntesis se obtuvieron recubrimientos cerámicos de alta pureza, los cuales incrementan la protección contra la corrosión de los sustratos metálicos en el medio ácido, resultados que fueron obtenidos por pruebas electroquímicas.

Agradecimientos

Los autores agradecen a H. E. Esparza Ponce y G. Hernández-Padrón por su aporte técnico.

Referencias

1. J.L. Almaral-Sanchez, E. Rubio, A. Mendoza-Galvan, R. Ramirez-Bon, *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, **66**, (2005) 1660.
2. P. de Lima-Neto, M. Atik, L.A. Avaca, M.A. Aegerter, *J. Sol-Gel Science Technology*, **2**, (1994) 529.
3. M. Atik, P. de Lima-Neto, L.A. Avaca, M.A. Aegerter, J. Zarzycki, *J. Material Science Lett.*, **13**, (1994) 1081.
4. M. Atik, and M.A. Aegerter, *Journal of Non-Crystalline Solids*, **147-148**, (1992) 813.
5. K. Kato, *Journal of Materials Science*, **28**, (1993) 4033.
6. C.J. Brinker, C.S. Ahsley, R.A. Cairncross, K.S. Chen, et al, in *Metallurgical and Ceramic Protective Coatings*, p. 112, Chapman & Hall, London (1996).
7. G. Carbajal, A. Martinez-Villafañe, J.G. Gonzalez-Rodriguez and V.M. Castaño, *Corrosion-Resistant coatings: A Nanotechnology Approach*, **48**(4), (2001) 241.
8. H.H. Uhlig and R.W. Revie, *Corrosion and Corrosion Control*, J.W. & Sons, Editors. New York, (1985).

DATOS:

a) Tema en el cual se quiere presentar el trabajo: Ciencias Físicas e Ingeniería /
Nanomateriales y películas delgadas.

b) Datos completos:

Israel Enrique Abraira Muñoz, Pasante de Ingeniería Química. Facultad de
Ingeniería Química. UMSNH. E-mail: grupo_aami@yahoo.com.mx

Ana Beatriz Martínez Valencia, Estudiante de Doctorado, CIMAV Chihuahua.
e-mail: anitb12@hotmail.com

Dr. Gildardo Solorio, Investigador Titular de la Fac de Ingeniería Mecánica.

Dra. Georgina Carbajal de la Torre, Investigadora de la Fac de Ingeniería
Mecánica de la UMSNH. E-mail: georginacar@gmail.com

c) Presentación: CARTEL.