

DESARROLLO DE RECUBRIMIENTOS ACRÍLICOS ANTICORROSIVOS NANOESTRUCTURADOS CON DIÓXIDO DE SILICIO MODIFICADO

José Manuel Mata Padilla¹, Gregorio Cadenas Pliego² y Pamela Uribe Jiménez³

¹ CONACyT-Centro de Investigación en Química Aplicada, jose.mata@ciqa.edu.mx

² Centro de Investigación en Química Aplicada, gregorio.cadenas@ciqa.edu.mx

³ ITESM, Campus Monterrey, pamelaUrijim@hotmail.com

Resumen

En este trabajo se muestra el efecto de la modificación de nanopartículas de SiO₂, con un copolímero PDMS-g-acrilato, sobre el comportamiento anticorrosivo de sustratos de acero inoxidable AISI 304 y 316 recubiertos con una pintura acrílica nanoestructurada. Los resultados mostraron que esta modificación permitió disminuir la mojabilidad de los recubrimientos e incrementar significativamente la impedancia de los sustratos.

Introducción

Los aceros inoxidables austeníticos AISI 304 y 316 son los más utilizados para aplicaciones marinas debido a su mayor resistencia a la corrosión, mejor soldabilidad, maleabilidad y ductilidad (Hosoi, Y., 1987). No obstante, estos aceros inoxidables pueden sufrir corrosión por picaduras y por grietas por lo que ha sido necesario protegerlos mediante diferentes estrategias. Una de las más efectivas es empleando recubrimientos poliméricos nanoestructurados con diferentes tipos de nanopartículas (NPs). Dentro de estas, las NPs de SiO₂ han sido efectivas para la formulación de recubrimientos, ya que mejoran sus propiedades mecánicas, e incrementan su hidrofobicidad (Dolai, Sh., 2016), además de que han demostrado alta efectividad para mejorar la resistencia a la corrosión de recubrimientos acrílicos depositados sobre aceros inoxidables (Varela-Caselis, et al., 2012). Este efecto ha mejorado cuando las NPs de SiO₂ son modificadas con compuestos silano-acrilato (Bozorg y Razemani, 2016) y 3-aminopropil trietoxisilano (González-Reyna et al., 2021) debido a una mejor interacción entre las NPs y la matriz polimérica. En el presente trabajo se presenta el efecto de incorporar NPs de SiO₂ modificadas con PDMS-g-acrilato en recubrimientos acrílicos base agua con el

objetivo de mejorar la protección anticorrosiva de aceros AISI 304 y 316.

Parte experimental

La modificación de las NPs de SiO₂ se realizó disolviendo 5g de PDMS-g-acrilato (Sigma-Aldrich, EUA) en 200 mL de THF (Sigma-Aldrich). Posteriormente, se agregaron 20g de NPs de SiO₂ (Skyspring, Inc., EUA) y se mantuvo en agitación magnética por 30 min y se pasó por un sistema de flujo semicontinuo asistido por ultrasonido de frecuencia variable (1 h/15-50 kHz). Finalmente, se evaporó el solvente en un horno a 60°C. Las nanopartículas se caracterizaron por FTIR y TGA. Para la formulación de los recubrimientos se mezclaron sellador Berel 580 con agua desionizada y se agregaron 15 g de NPs de SiO₂ modificadas y no modificadas. Ambas dispersiones se introdujeron por separado a un sistema de flujo continuo con sistema ultrasónico mixto de frecuencia variable (5-50 kHz) y frecuencia fija (20 kHz). La deposición de las formulaciones sobre los sustratos, modificados por plasma jet ambiental, se realizó mediante spray-coating y posteriormente fueron secadas (50 °C- 2h) y curadas (120 °C-18h) en una estufa. Los sustratos recubiertos se caracterizaron mediante la medición ángulo de contacto, así como mediante espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS) usando un equipo Potenciostato/Galvanostato Autolab PGSTA204T y una celda electroquímica plana de tres electrodos.

Resultados y Discusión

En la Figura 1 se muestran los resultados de FTIR de las nanopartículas sin modificar y modificadas, donde se observan las señales en 1731 y 2959 cm⁻¹ correspondientes al estiramiento simétrico de los enlaces C=O y al estiramiento asimétrico de los enlaces -CH₃ del copolímero silano-acrilato en la señal de las NPs modificadas. Por otra parte, los

resultados de TGA confirmaron la modificación de las NPs de SiO₂, observándose las señales de pérdida de peso del copolímero silano-acrilato (384 °C, 446 °C y 546 °C).

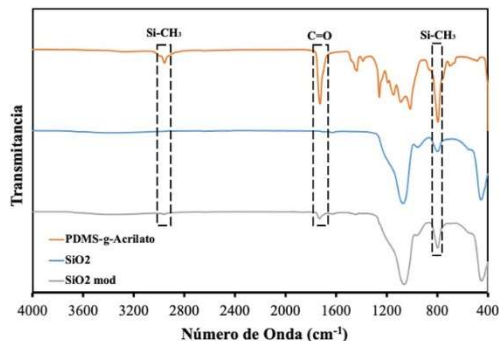


Figura 1. Espectros de FTIR para el agente modificante (PDMS-g-acrilato), las NPs de SiO₂ sin modificar y modificadas.

El comportamiento de corrosión de los aceros AISI 304 recubiertos con los recubrimientos acrílicos nanoestructurados con NPS sin modificar y modificadas se muestran en la Figura 2.

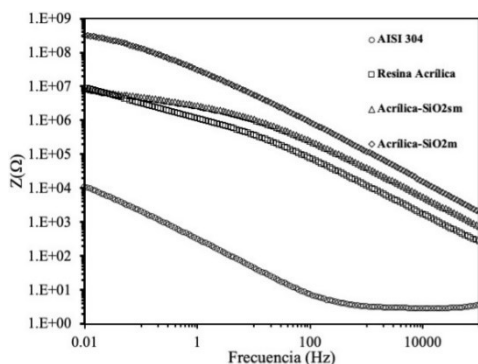


Figura 2. Gráfico de Bode-Impedancia para el sustrato de acero AISI 304, el recubrimiento acrílico puro y los recubrimientos acrílicos nanoestructurados con NPs sin modificación y modificadas.

En esta Figura se muestra el gráfico de Bode-Impedancia realizado con 2h de inmersión en una solución acuosa de NaCl (3.5 %), donde se observó un incremento de 3 órdenes de magnitud en la impedancia cuando este acero es recubierto con la resina acrílica pura y con el recubrimiento con las NPs sin modificar. En el caso del recubrimiento con las NPs modificadas, el incremento fue mayor debido tanto a una disminución de la mojabilidad de la superficie del recubrimiento como a un incremento en la propiedad de barrera (Bozorg y Razemani, 2016, y González-Reyna et al., 2021). Este comportamiento cambió para el caso de los

sustratos AISI 316 recubiertos, en los que para las NPs modificadas se tuvo una impedancia menor a la del recubrimiento acrílico puro. Sin embargo, la impedancia para esta muestra incrementó cuando el tiempo de inmersión fue mayor (12 y 24 h) (Tabla 1).

Tabla 7. Valores de impedancia a diferentes tiempos de inmersión para las muestras en estudio.

Muestra	AISI 304 Impedancia (Ω.cm ²)	AISI 316 Impedancia (Ω.cm ²)
Acrílica 2h	1.30E+08	3.28E+08
Acrílica 12 h	1.25E+08	2.52E+08
Acrílica 24 h	1.26E+08	2.51E+08
SiO ₂ m 2h	4.70E+09	1.20E+08
SiO ₂ m 12h	1.13E+09	2.51E+08
SiO ₂ m 24h	5.96E+08	4.37E+09

Conclusiones

La modificación de las NPs de SiO₂ con el copolímero PDMS-g-acrilato, permitió incrementar en al menos 1 orden de magnitud la resistencia a la corrosión de los aceros inoxidables AISI 304 y 316, debido al incremento de la hidrofobicidad de las NPs, incluso a altos tiempos de inmersión.

Referencias

- Bozorg, M., & Ramezani, A. (2017). Characterization and protective performance of acrylic-based nanocomposite coating reinforced with silica nanoparticles. *Materials and Corrosion*, 68(7): 725-730.
- González-Reyna, M. A., Espinosa-Medina, M. A., Esparza, R., Hernández-Martínez, A. R., Maya-Cornejo, J., & Estévez, M. (2021). Anticorrosive Effect of the Size of Silica Nanoparticles on PMMA-Based Hybrid Coatings. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 30(2):1054-1065.
- Hosoi, Y. (1987). Introduction to stainless steel. *Journal of Japan Institute of Light Metals*, 37(9): 624-635.
- Varela-Caselis, J. L., Rubio-Rosas E. y Castaño-Meneses, V. M. (2012). Hybrid PMMA-silica anticorrosive coatings for stainless steel 316L. *Corrosion Engineering, Science and Technology*, 47(2): 131-133.



1er Congreso Internacional
CEMIE-Océano



