

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA

COMPORTAMIENTO ANTICORROSIVO DEL COMPUESTO EPOXI- ALÚMINA COMO CAPA DE SELLADO DEL ALUMINIO APLICADO POR ARC SPRAY SOBRE ACEROS

Nombres y apellidos:

Jesus David Coronado Ruiz
Código estudiantil: 202012826094

Eiver José Duarte Arevalo
Código estudiantil: 202012823854

Camilo Andrés Navas de la Rans
Código estudiantil: 202012824512

Gabriel Alejandro Sierra Altamar
Código estudiantil: 202012821212

Michael Antonio Yanes Ramos
Código estudiantil: 202012824931

Trabajo de Investigación del programa Ingeniería Mecánica

Tutor:

Luis Marcos Castellanos González

RESUMEN

En el contexto de esta investigación, se examina la problemática persistente de la corrosión en estructuras compuestas principalmente de acero. A pesar de los esfuerzos convencionales dirigidos a mitigar este fenómeno mediante la aplicación de recubrimientos tradicionales, los resultados a largo plazo han demostrado ser insatisfactorios, lo que conlleva a costos elevados en términos de mantenimiento.

En la Universidad Simón Bolívar en Barranquilla, se ha desarrollado un material compuesto por matriz epoxi reforzada con partículas de alúmina aplicado por Arc Spray sobre aceros. La evaluación del desempeño de este material compuesto incluyó ensayos mecánicos en 2022, se evaluaron diversas combinaciones de materiales compuestos reforzados con alúmina, considerando variables como el tipo de resina epoxi, tamaño y porcentaje de partículas de refuerzo. Los resultados respaldan la aplicación potencial de estos materiales compuestos en el sector naviero y marítimo, ofreciendo resistencia y durabilidad mejoradas.

La metodología incluyó un diseño de experimento factorial con materiales de acero, donde se destacaron dos compuestos (E1 y E2) con diferentes tamaños y concentraciones de partículas. Los ensayos mecánicos revelaron las mejores combinaciones para resistencia al desgaste y adherencia. Posteriormente, se realizaron ensayos de corrosión en una cámara de niebla salina. Los resultados experimentales mostraron que el compuesto E1 presentó una degradación superficial variable entre 26% y 34%, mientras que el compuesto E2 mostró una degradación entre 15% y 20%, con un alto grado de empollamiento. Se identificaron posibles causas de estos resultados, como errores durante el proceso de recubrimiento y condiciones climáticas desfavorables.

Palabras clave: Corrosión, Epoxi-alúmina, Sellado del aluminio, Ensayo acelerado, Sector naval.

ABSTRACT

In the context of this research, the persistent problem of corrosion in structures composed mainly of steel is examined. Despite conventional efforts aimed at mitigating this phenomenon through the application of traditional coatings, long-term results have proven to be unsatisfactory, leading to high costs in terms of maintenance.

At the Simón Bolívar University in Barranquilla, Colombia, a team of researchers has worked on the development of a material composed of an epoxy matrix reinforced with alumina particles applied by Arc Spray on steels. The performance evaluation of this composite material included mechanical tests in 2022, which highlighted its exceptional adhesion and wear resistance.

In the second phase of the research in 2023, corrosion tests were carried out under highly aggressive conditions, using an experimental design. Various combinations of composite materials reinforced with alumina were evaluated, considering variables such as the type of epoxy resin, size and percentage of reinforcement particles. The results support the potential application of these composite materials in the shipping and maritime sector, offering improved strength and durability.

The methodology included a factorial experiment design with steel materials, where two compounds (E1 and E2) with different particle sizes and concentrations were highlighted. Mechanical tests revealed the best combinations for wear resistance and adhesion. Subsequently, corrosion tests were carried out in a salt fog chamber.

The experimental results showed that compound E1 presented a variable surface degradation between 26% and 34%, while compound E2 showed a degradation between 15% and 20%, with a high degree of blistering. Possible causes for these results were identified, such as errors during the coating process and unfavorable weather conditions.

KeyWords: Quality of service, complaints, queuing theory, Pareto chart and objective.

REFERENCIAS

- [1] A. De la Cruz Perez, "MECANISMO DE CORROSIÓN EN AGUA DE MAR: Estructuras de Acero."
- [2] J. L. Marulanda Arévalo, D. Pérez-Muñoz, and A. Remolina Millan, "Resistencia a la corrosión en ambiente salino de un acero al carbono recubierto con aluminio por rociado térmico y pintura poli aspártica," *Revista ION*, vol. 30, no. 1, pp. 21–31, Jul. 2017, doi: 10.18273/revion.v30n1-2017002.
- [3] J. D. Oliveira, R. C. Rocha, and A. G. D. S. Galdino, "Effect of Al₂O₃ particles on the adhesion, wear, and corrosion performance of epoxy coatings for protection of umbilical cables accessories for subsea oil and gas production systems," *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 8, no. 2, pp. 1729–1736, Apr. 2019, doi: 10.1016/J.JMRT.2018.10.016.
- [4] U. O. Akpan, T. S. Koko, B. Ayyub, and T. E. Dunbar, "Risk assessment of aging ship hull structures in the presence of corrosion and fatigue," *Marine Structures*, vol. 15, no. 3, pp. 211–231, May 2002, doi: 10.1016/S0951-8339(01)00030-2.
- [5] R. E. Melchers, "The effect of corrosion on the structural reliability of steel offshore structures," in *Corrosion Science*, Oct. 2005, pp. 2391–2410. doi: 10.1016/j.corosci.2005.04.004.
- [6] M. Campo, M. D. Escalera, B. Torres, J. Rams, and A. Ureña, "Comportamiento a desgaste de recubrimientos de material compuestos de matriz de aluminio fabricados por proyeccion térmica," vol. 43, no. 5, pp. 359–369, 2007.
- [7] S. D. Castro Blanco, D. E. Thomas López, and F. J. Pérez Fontalvo, "Evaluación experimental del desempeño de propiedades mecánicas de materiales compuestos por matriz epoxi reforzada con partículas de alúmina como capa de sellado del aluminio, aplicado por Arco Spray sobre acero naval," *Universidad Simon Bolivar*, 2022.
- [8] E. E. Vergara, L. M. Castellanos, L. M. Diaz, A. R. Lucas, and B. B. De Avila, "Mechanical effort of ceramic particle-reinforced epoxy matrix used as a sealing layer on aluminum coatings by Arco Spray," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, Jun. 2020. doi: 10.1088/1757-899X/844/1/012069.
- [9] G. Cifuentes, C. Vargas, J. Simpson, and C. Henríquez, "Ensayo de corrosión acelerada en cámara de niebla salina," *Revista Remetallica*, no. 11, 2004.
- [10] Y. Wan, E. N. Macha, and R. G. Kelly, "CORROSION ENGINEERING SECTION Modification of ASTM B117 Salt Spray Corrosion Test and Its Correlation to Field Measurements of Silver Corrosion," 2012.

- [11] C. A. Arias Córdoba, E. Calvo Henao, and J. I. Ochoa Jaramillo, "Design and construction of a salt spray (fog) chamber for corrosion test," 2007.
- [12] D. O. Souza, ; N P Hammel, ; W I A Santos, ; A H Ramirez, ; N Rojo, and ; I Costa, "INVESTIGAÇÃO DA CORROSIVIDADE DO ENSAIO DE NÉVOA SALINA SEGUNDO NORMA ISO 9227." 2007.
- [13] J. Eduardo and M. Sánchez, "EVALUACIÓN DEL RECUBRIMIENTO FOSFATANTE: WASH PRIMER EXPUESTO A CÁMARA DE NIEBLA SALINA." 2007.
- [14] S. I. E. López Pasapera, "Propuesta de un sistema de protección con pintura para evitar la corrosión de estructuras metálicas en la ciudad de Piura-2020," 2020.
- [15] F. A. Astudillo Lanau, "Diseño y evaluación de un sistema de alimentación de polvos para Cold Spray," 2021.
- [16] B. M. Spencer Matus, "Análisis teórico y simulado del impacto de part\`iculas de alúmina sobre aluminio en Cold Spray," 2021.
- [17] Revista tecnica centro zaragoza, "Temperatura y humedad en el proceso de pintado. ." 2007.
- [18] E. A. Blanco Castro, "Complejo administrativo y financiero del caribe-barranquilla." 2007.
- [19] H. J. Jiménez-Aguas and Y. Milano, "Corrosión acelerada en medio salino y adherencia de sistemas de pinturas depositadas sobre acero," *Mundo Fesc*, vol. 7, no. 13, pp. 48–55, 2017.
- [20] J. C. Jurado Lascano, "Estudio para determinar un procedimiento que disminuya la porosidad en el aluminio durante el proceso de fundición para mejorar sus propiedades mecánicas.," Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingenier\`ia Civil y Mecánica~..., 2011.
- [21] C. M. Espinosa Rodas and A. Z. Tupac-Yupanqui Rodr\`iguez, "Sistema de recubrimiento epóxico para prevenir la corrosión en las estructuras de acero en una planta de tratamiento de aguas residuales," Guayaquil: ULVR, 2023., 2023.
- [22] J. L. Marulanda, A. Z. Meneses, and E. I. Velásquez, "Protección contra la corrosión por medio del rociado térmico," *Scientia et technica*, vol. 13, no. 34, pp. 237–242, 2007.