

MODIFICACIÓN DE UN IMPRIMANTE COMERCIAL A PARTIR DE POLÍMERO CONDUCTOR (POLIANILINA) Y ACEITE DE CASCARA DE NUEZ DE MARAÑÓN (ANACARDIUM OCCIDENTALE L)

Carmen Ramírez Giraldo¹, carmenrgiraldo@gmail.com

Carmen Acosta Gómez¹, carmen.0940@hotmail.com

Rafael Tuirán Villalba², rafael.tuiranv@upb.edu.co

¹Estudiante Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Pontificia Bolivariana Montería

²Docente Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Pontificia Bolivariana Montería

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la humanidad ha estado fuertemente ligado a la experimentación con materiales y al mejoramiento de los elementos de uso diario, que obedece al cambio permanente de la sociedad, sus hábitos de consumo y comportamiento y su influencia social y ambiental.

Los metales están presentes en la vida cotidiana, poseen características difíciles de reemplazar y hay gran disponibilidad. Los metales por sus características inherentes, se comportarán evidenciando deterioros rápidos o lentos, dependiendo del ambiente al que se encuentre expuesto, lo que hace más difícil su conservación. En el mercado existen alternativas que permiten disminuir el desgaste de los metales, aunque se sigue investigando opciones eficientes, económicas, fáciles de aplicar y ambientalmente sostenibles.

Las pinturas son una de las alternativas de mayor uso; sin ser aún muy eficiente, es económica y fácil de aplicar, lo que la convierte en un excelente candidato para ofrecer una solución para alargar la vida útil de los elementos metálicos

El comportamiento de las pinturas está ligado directamente a los aditivos que posee y las propiedades que éstos le otorgan. Actualmente, se agregan compuestos que no sólo ofrecen protección; sino que tengan impactos menores al medio ambiente.

El aceite de la cáscara de nuez de marañón es un ejemplo de aditivo ecológico que puede ser utilizado en la producción de pinturas anticorrosivas [1-3]. Así mismo, los polímeros conductores, poseen cualidades anticorrosivas que pueden ser aprovechadas en recubrimientos de protección de metales [4-7]. En ésta investigación, se modifican 2

recubrimientos distintos en 2 etapas de experimentación, en busca de la mezcla con mejor desempeño. Los sistemas de pintura modificados son aplicados en un acero de alto consumo a36HR, y evaluados a través de técnicas electroquímicas y gravimetría para obtener un modelo de velocidad de corrosión en función de la mezcla y determinar la combinación que optimiza las características de cada componente

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.

Los materiales básicos que se extienden a toda actividad humana, también sufren mutaciones constantes, ya sea por desempeño, rubros económicos, efectos de oferta y demanda o desgaste por exposición al ambiente. Los metales son unos de éstos materiales que están presentes en la vida cotidiana, hacen parte hasta de procesos biológicos y es casi imposible prescindir de ellos. Poseen características difíciles de reemplazar, hay gran disponibilidad, su procesamiento ha evolucionado con la vida misma del humano y aún hoy sigue siendo viable su producción y uso.

Los polímeros conductores, son un ejemplo de aditivo eficiente y ecológico (M.) estudiado y utilizado ampliamente en la producción de pinturas anticorrosivas, con resultado favorables. Así mismo, el aceite de la cáscara de nuez de marañón, posee cualidades anticorrosivas que son aprovechadas en recubrimientos de protección de metales (Mondal, 2003)

En el presente trabajo se modificará el imprimante en una pintura anticorrosiva comercial en distintas

concentraciones, aplicándose a un acero de alto consumo, para así comparar la mejoría en el recubrimiento modificado, las diferentes características que confiera en términos de protección, adhesión, espesor, propiedades mecánicas y demás que puedan ser medibles al acero recubierto, encontrando la mezcla más eficiente como capa protectora de corrosión.

Encontrar una mezcla eficiente entre los aditivos propuestos y la pintura anticorrosiva comercial, demostrando las mejoras que éstos ofrecen en las características anticorrosivas del recubrimiento, está sustentado en la viabilidad económica de todos los elementos que requieren protección y además impacta directamente en la disminución de la cantidad de material que es desechado anualmente por efectos de la corrosión.

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar las propiedades de protección anticorrosivas de un imprimante usando como aditivos aceite de cáscara de nuez de marañón y polímero conductor (polianilina) con el propósito de mejorar la protección de un acero al carbono (A36)

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar las propiedades fisicoquímicas del aceite de cáscara de nuez de marañón.
- Elaborar un diseño experimental de mezcla que permita establecer las proporciones más eficientes entre los componentes.
- Evaluar las propiedades mecánicas de la pintura (dureza – adherencia)
- Evaluar las propiedades anticorrosivas del recubrimiento por medio de técnicas electroquímicas (Tafel – Gravimetría)
- Obtener un modelo de regresión del comportamiento de la corrosión en función de los

componentes de mezcla y el tiempo de exposición de la probeta mediante impedancia electroquímica en un medio que simule las condiciones marítimas

4. REFERENTE TEÓRICO

Se entiende por corrosión la interacción de un metal con el medio que lo rodea, produciendo el consiguiente deterioro en sus propiedades tanto físicas como químicas. Las características fundamentales de este fenómeno, es que sólo ocurre en presencia de un electrólito, ocasionando regiones plenamente identificadas, llamadas estas anódicas y catódicas: una reacción de oxidación es una reacción anódica, en la cual los electrones son liberados dirigiéndose a otras regiones catódicas. En la región anódica se producirá la disolución del metal (corrosión) y, consecuentemente en la región catódica la inmunidad del metal. La corrosión electroquímica, la forma más común de ataque a los metales, se presentan cuando los átomos del metal pierden electrones y se convierten en iones. Conforme el metal se consume gradualmente mediante este proceso, se forma normalmente un subproducto del proceso de la corrosión. La corrosión electroquímica ocurre con mayor frecuencia en un medio acuoso, en donde los iones están presentes en el agua, la tierra o el aire húmedo. En este proceso se crea un circuito eléctrico y el sistema se conoce como **celda electroquímica**. La corrosión de una tubería o un tablero automotriz de acero –que genera agujeros en el acero y herrumbre como subproducto- son ejemplos de esta reacción.

5. METODOLOGÍA

La metodología propuesta para esta investigación está dividida en cinco fases.

Fase 1. Diseño de mezcla: El diseño de experimento se planteó con un centroide simplex aumentado del que se obtuvo una respuesta enfocada a las proporciones de los ingredientes de la mezcla, en busca de la más eficiente. Se determinaron 20 puntos intermedios, que fueron las concentraciones de una mezcla específica (tabla 1). Para la segunda etapa, de acuerdo al desempeño obtenido con el

imprimante, se determinaron nuevos límites de concentraciones de los componentes, aumentando el uso del aceite de cáscara de nuez de marañón y disminuyendo la velocidad de corrosión, con el fin de optimizar el nuevo diseño de mezcla.

Fase 2. Recolección y extracción del aceite de cascara de nuez de marañón: La extracción del aceite de cáscara de nuez de marañón, siendo las cáscaras un subproducto de dicha explotación; se realizó de forma mecánica en frío a través de un proceso de prensado de la materia prima.

Fase 3. Polimerización de anilina (síntesis): Para llevar a cabo la polimerización de la anilina, se midieron 18,148 gr de anilina y 31,5 ml de ácido oleico, luego se disolvieron en 250 ml de agua.

Fase 4. Pintado: En la primera parte de la experimentación se aplica en cada probeta la capa del imprimante modificado, se realiza una optimización de la mezcla aumentando el uso de aceite de cascara de nuez de marañón que es el insumo más económico y menos dañino al medio ambiente y se redujo la velocidad de corrosión obteniendo unos nuevos límites de concentraciones para luego modificar la pintura anticorrosiva. Se dejó transcurrir 1h y se aplicó la capa de pintura anticorrosiva sin modificar. En la segunda parte de esta experimentación se aplicó el imprimante modificado que presentó mejor capacidad de protección y transcurrida una hora se aplicó la capa de pintura anticorrosiva modificada con los límites obtenidos de la experimentación anterior.

Fase 5. Evaluación del ensayo acelerado de corrosión: Las probetas fueron sumergidas en una solución de NaCl 5%, para simular un ambiente fuertemente corrosivo y acelerar el proceso de corrosión. En la determinación de la velocidad de corrosión se empleó el método gravimétrico y los ensayos electroquímicos Espectroscopía de Impedancia y Extrapolación de Tafel.

6. RESULTADOS PARCIALES

A. Evaluación de la modificación del Imprimante

Al realizar las evaluaciones de velocidad de corrosión por Extrapolación de Tafel, se encuentran diferencias en el desempeño de las mezclas modificadas, comparadas con las referencias de imprimante sin modificar y el acero sin recubrir, como se evidencia en la figura 1

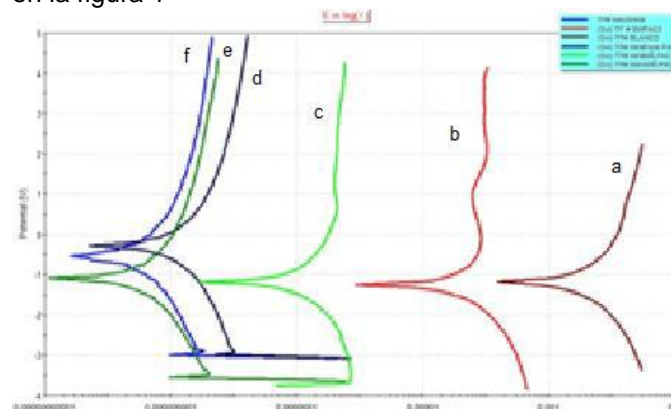


Fig. 1. Curvas de Extrapolación de Tafel de mezclas de control. Potencial vs Corriente/área a) Modificación sólo PANI 5% en peso; b) Imprimante sin modificar; c) Probeta sin recubrimientos; d) Modificación sólo PANI 0,5% en peso; e) Modificación sólo aceite de cáscara de nuez de marañón 0,5%; f) Modificación sólo aceite de cáscara de nuez de marañón 5%.

En la figura 1, se evidencia cómo las modificaciones del recubrimiento, influyen en el comportamiento del imprimante. Si bien es necesario simular dicha gráfica para obtener la Velocidad de Corrosión, se puede ver que con la adición de PANI o aceite de cáscara de nuez de marañón, hay un desplazamiento a la izquierda de la curva, acercándose al cero, que es el comportamiento deseado; debido a que la corriente es directamente proporcional a la velocidad de corrosión, así mientras más pequeña sea la corriente, menor fue la velocidad de corrosión obtenida con el recubrimiento.

Al comparar las velocidades de corrosión al simular las curvas de Extrapolación de Tafel, se obtienen los datos descritos en la tabla 1, donde los mejores desempeños se obtienen con mayor cantidad de aceite de cáscara de marañón en comparación con la cantidad de PANI en la mezcla.

Pani (%peso)	Aceite (%peso)	Resina (%peso)	Ecorr (mm/año)
0,0050	0,0380	0,9119	1,257E-06
0,0256	0,0500	0,9243	5,927E-06
0,0050	0,0300	0,9649	0,000005
0,0500	0,0257	0,9242	7,648E-06
0,0050	0,0050	0,9900	0,00001

Tabla 1. Mezclas de imprimante con menores ecorr, de extrapolación de tafel

Al realizarse una comparación multivariable de la velocidad de corrosión obtenida desde el procedimiento de la gravimetría después de 720 horas de exposición en una solución de NaCl 5%, se encuentra una confiabilidad de los datos superior al 95%, como se muestra en la tabla 2, al ser los datos menores a 0,05 los valores obtenidos respalda el uso del aceite cáscara de nuez de marañón como un aditivo anticorrosivo en recubrimientos.

Análisis de Varianza para Vcorr - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:MÑ	1360,61	17	91,8006	3,08	0,0012
B:pani	56,64	3	18,88	0,63	0,3972
C:Tiempo	4169,14	3	1389,71	46,63	0,0000
RESIDUOS	1370,98	46	29,8039		
TOTAL (CORREGIDO)	8592,71	69			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla 2. Análisis estadístico de los ensayos realizados con imprimante modificado

Con los datos obtenidos se generó un modelo de regresión, que describe la velocidad de corrosión de la siguiente forma:
 $V_{corr} = 2,5499E-10 - 9,4830E-9 * MÑ + 33,434 * (Tiempo = 240) + 15,9502 * (Tiempo = 480) + 11,2735 * (Tiempo = 720) - 227,336 * MÑ * (Tiempo = 240) - 61,0139 * MÑ * (Tiempo = 480) - 14,4289 * MÑ * (Tiempo = 720)$

Pero al ser 240 horas, el tiempo en el que la velocidad de corrosión en la menor deseada, el modelo se reduce al siguiente:

$$V_{corr} = 33,434 - 227,336 * MÑ \quad (2)$$

7. CONCLUSIONES.

El uso adecuado del aceite de cáscara de nuez de marañón, determina el desempeño del recubrimiento modificado.

La evaluación de la confiabilidad de los datos obtenidos respalda el uso del aceite cáscara de nuez de marañón como un aditivo anticorrosivo en recubrimientos.

La combinación con el polímero conductor polianilina y el aceite de cáscara de nuez de marañón, presenta excelentes resultados como recubrimiento protector anticorrosivo.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Kathalewar, A. Sabnis, D. D'Melo, "Polyurethane coatings prepared from CNSL based polyols: Synthesis, characterization and properties", Progress in Organic Coatings, 2014, 77, 616.
- [2] P.H. Gedam, P.S. Sampathkumaran, "Cashew nut shell liquid: Extraction, chemistry and applications", Progress in Organic Coatings, 1986, 14, 115.
- [3] D. Balgude, K. Konge, A. Sabnis, "Synthesis and characterization of sol-gel derived CNSL based hybrid anti-corrosive coatings", Journal of Sol-Gel Science and Technology, 2014, 69, pp 155.
- [4] Y. Gao, J. Ali Syed, H. Lu, X. Meng, "Anti-corrosive performance of electropolymerized phosphomolybdic acid doped PANI coating on 304SS", Applied Surface Science, 2016, 360, 389.
- [5] B.A. Bhanvase, N.S. Darda, N.C. Veerkar, A.S. Shende, S.R. Satpute, S.H. Sonawane, "Ultrasound assisted synthesis of PANI/ZnMoO₄ nanocomposite for simultaneous improvement in anticorrosion, physico-chemical properties and its application in gas sensing", Ultrasonics Sonochemistry, 2016, 24, 87.
- [6] R. Alam, M. Mobin, J. Aslam, "Investigation of anti-corrosive properties of poly(aniline-co-2-pyridylamine-co-2,3-xylidine) and its nanocomposite poly(aniline-co-2-pyridylamine-co-2,3-xylidine)/ZnO on mild steel in 0.1 M HCl", Applied Surface Science, 2016, 368, 360.
- [7] G. Bereket, E. Hür, Y. Şahin, "Electrochemical synthesis and anti-corrosive properties of polyaniline, poly(2-anisidine), and poly(aniline-co-2-anisidine) films on stainless steel", Progress in Organic Coatings, 2005, 54, 63.