



SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES INHIBIDORAS DE LA CORROSIÓN DEL ALUMINIO 1050 DEL MOLIBDATO DE ALUMINIO Y DEL TUNGSTATO DE ALUMINIO

Nereida V. Quesada Cangahuala⁽¹⁾, Christian E. Byrne^(1,2) y Roberto Romagnoli^{(1)*}

(1) CIDEPINT, Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas. (CICPBA-CONICET-Facultad de Ingeniería UNLP). Av. 52 s/n entre 121 y 122, La Plata, C.P. B1900AYB, Argentina.

(2) Facultad de Ciencias Exactas- Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina

* Correo Electrónico (autor de contacto): romaroberto53@gmail.com

Los inhibidores de corrosión tradicionales, como los cromatos, eran efectivos pero resultaron ser cancerígenos y perjudiciales para el medio ambiente. Algo similar está ocurriendo con los fosfatos. En esta investigación se sintetizaron y se caracterizaron el molibdato de aluminio y el tungstato de aluminio y se propone su empleo como inhibidores de la corrosión del aluminio serie 1050. Los resultados obtenidos mostraron que el molibdato de aluminio tiene una eficiencia inhibidora de la corrosión elevada, superior al 90%. En cambio, la eficiencia inhibidora del tungstato de aluminio es más bien baja, no superando el 68%.

Los cromatos han sido ampliamente utilizados en los recubrimientos protectores para el aluminio. Sin embargo, su uso se está discontinuando debido a su impacto negativo sobre la salud humana y el medio ambiente [1]. Los fosfatos han sido los reemplazantes más utilizados, pero se ha demostrado que también impactan negativamente sobre el medio ambiente. En esta investigación se propone el uso del molibdato de aluminio y del tungstato de aluminio como inhibidores de la corrosión del aluminio 1050 teniendo en cuenta las propiedades inhibidoras del anión molibdato [2] y del anión tungstato [3]. Además ambos iones forman compuestos insolubles con el catión aluminio, lo que los hace aptos para incorporarlos en recubrimientos protectores. Los resultados experimentales mostraron que sólo el molibdato de aluminio resultó ser un inhibidor eficiente de la corrosión del aluminio 1050.

A fin de obtener el pH de precipitación del molibdato de aluminio y del tungstato de aluminio, se titularon las siguientes soluciones: 1) Na_2MoO_4 0,03 M + $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 0,02 M y 2) Na_2WO_4 0,03 M + $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 0,02 M. El reactivo titulante fue NaOH 0,02 M. Para preparar estos compuestos se utilizaron, respectivamente, una solución de Na_2MoO_4 y otra de Na_2WO_4 0,3 M. Sobre cada una de ellas se adicionó, gota a gota y agitando, solución de $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 0,2 M. Se ajustó continuamente el pH para mantenerlo en el valor fijado. El sistema se dejó reposar durante 24 horas antes de proceder a su filtración y posterior secado del sólido en estufa a 60 ± 5 °C. Los precipitados obtenidos se observaron por microscopía electrónica de barrido (MEB) y su composición se obtuvo por medio de una microsonda de rayos X dispersiva en energía (EDS). El equipamiento utilizado fue un Microscopio FEI, modelo Quanta 200 y un microanalizador dispersivo en energía marca EDAX con detector Apollo 40. También se obtuvieron los espectros FTIR de ambos compuestos utilizando el espectrofotómetro Spectrum One de Perkin Elmer. La evaluación electroquímica de la capacidad inhibidora del molibdato de aluminio y del tungstato de aluminio se realizó a través de medidas de potencial de corrosión de electrodos de aluminio 1050 en suspensiones de los compuestos sintetizados. Se utilizó un electrodo de calomel saturado (ECS) como electrodo de referencia y NaCl 0,1 M como electrolito soporte. El potencial de corrosión se midió durante 4 horas y a las 24 horas de

exposición, con agitación constante de 300 rpm. La velocidad de corrosión se determinó por el método de la resistencia a la polarización, seleccionando un rango de barrido de ± 20 mV a partir del potencial de corrosión y utilizando una velocidad de $0,25 \text{ mV}\cdot\text{s}^{-1}$. La celda utilizada estaba constituida por un electrodo de aluminio de $0,28 \text{ cm}^2$ como electrodo de trabajo; un contraelectrodo de Pt y un ECS como electrodo de referencia. Además se obtuvieron las curvas de polarización en un rango de barrido de potenciales de ± 250 mV a partir del potencial de corrosión utilizando una celda similar.

Las curvas de titulación de la Figura 1 mostraron que el pH adecuado para precipitar ambos compuestos es 4,0. La composición elemental del molibdato de aluminio fue: Mo: 50,1%; O: 25,7% y Al: 24,2% y la del tungstato de aluminio: W: 67,1%; O: 15,7% y Al: 17,2%. Los espectros FTIR del molibdato de aluminio y del tungstato de aluminio son similares, teniendo en cuenta la geometría del anión. Ambos presentaron bandas características en las siguientes regiones del espectro: región $850\text{-}940 \text{ cm}^{-1}$, una banda en $\sim 1380 \text{ cm}^{-1}$ y otra en $\sim 1640 \text{ cm}^{-1}$. La variación del potencial de corrosión en función de tiempo (Figura 2) mostró que sólo el molibdato de aluminio influyó sobre el comportamiento del aluminio 1050, desplazando el potencial hacia valores más negativos.

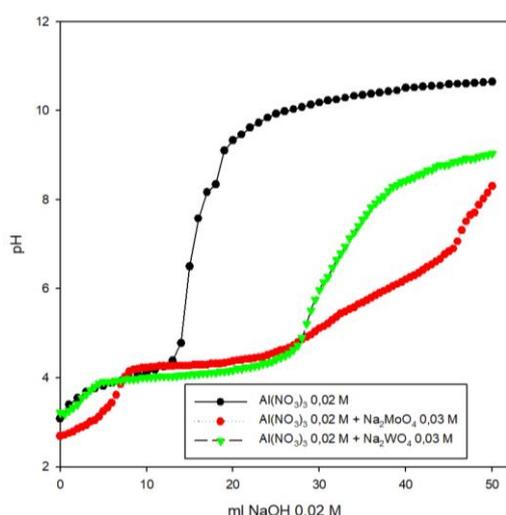


Figura 1. Curvas de titulación de soluciones de $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 0,02 M en presencia de Na_2MoO_4 0,03 M y Na_2WO_4 0,03 M

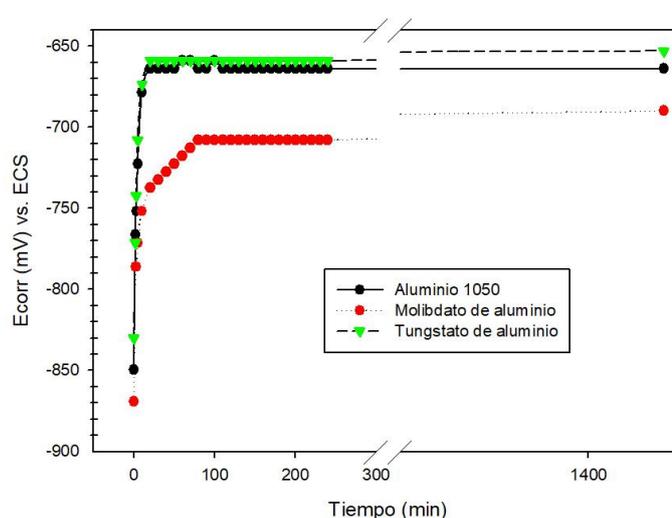


Figura 2. Potencial de corrosión del aluminio 1050 en suspensiones de $\text{Al}_2(\text{MoO}_4)_3$ y de $\text{Al}_2(\text{WO}_4)_3$ en NaCl 0,1 M

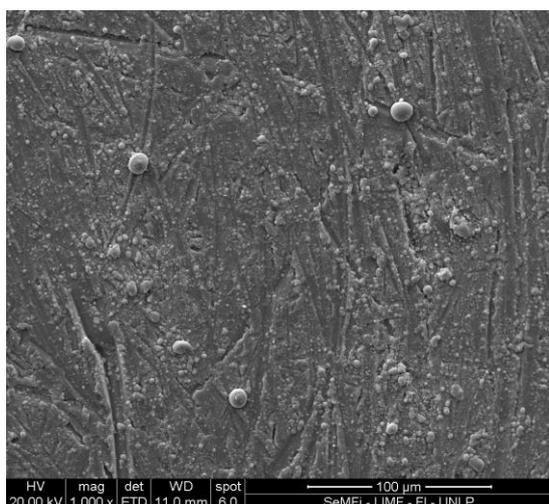


Figura 3. Película protectora formada por el molibdato de aluminio (1000X)

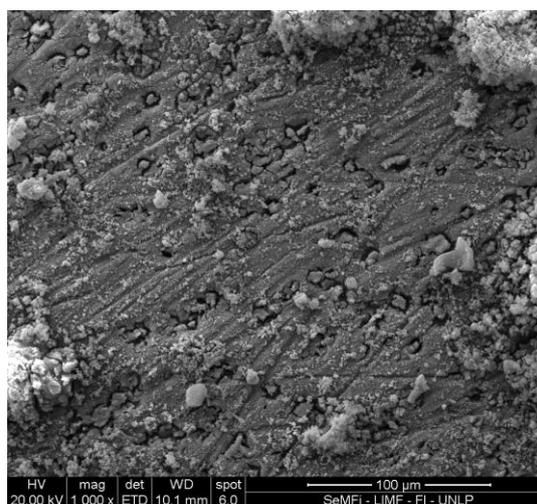


Figura 4. Película protectora formada por el tungstato de aluminio (1000X)

La película protectora formada por el molibdato de aluminio era más bien compacta y con escasas formaciones globulares (Figura 3). Su composición fue: C: 4,48; O: 4,89;

Cu: 0,64; Al: 73,26; Mo 15,23; Fe: 1,50. La película protectora formada por el tungstato de aluminio era más bien porosa (Figura 4) y su composición la siguiente: C: 3,67; O: 23,17; Cu: 0,50; Al: 51,52; W 19,47; Fe: 1,20; Cl: 0,47.

La velocidad de corrosión del aluminio en presencia de los inhibidores sintetizados puede verse en la Tabla 1. Los valores de velocidad de corrosión del aluminio indican que sólo el molibdato de aluminio resultó ser un buen inhibidor de la corrosión con una eficiencia superior al 90%. Este resultado se confirmó con las curvas de polarización, modo Tafel, de la Figura 5. La corriente catódica y la corriente anódica sólo disminuyeron, con respecto al control, en presencia del molibdato de aluminio.

I _{corr} ($\mu\text{A}\cdot\text{cm}^{-2}$)	2 h	4 h	24 h
Al 1050 (control)	56,7	60,5	43,14
Al ₂ (MoO ₄) ₃	4,40	1,71	1,43
Al ₂ (WO ₄) ₃	37,7	19,0	28,6

Tabla 1. Velocidad de corrosión del aluminio 1050 en presencia de molibdato de aluminio y tungstato de aluminio

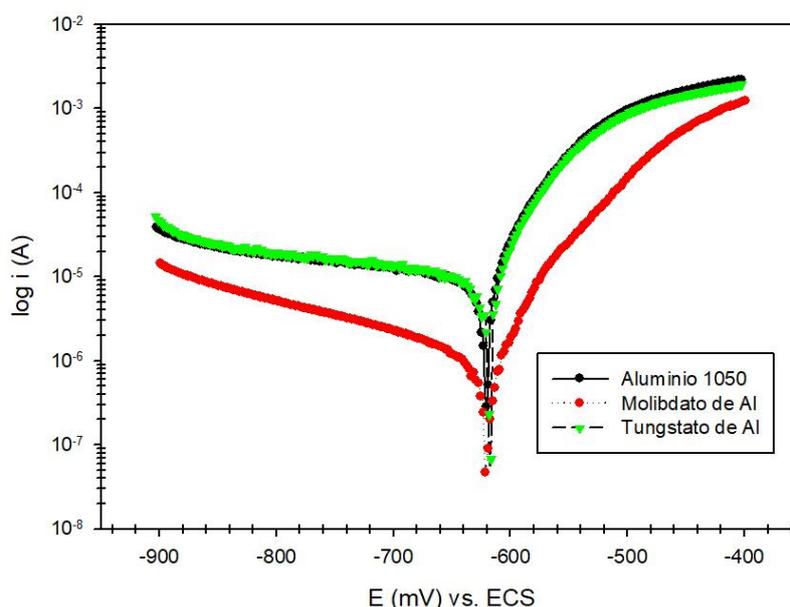


Figura 5. Curvas de polarización del aluminio 1050 en NaCl 0,1 M (control), suspensiones de molibdato de aluminio y suspensiones de tungstato de aluminio

Se puede concluir que de los dos compuestos estudiados, sólo el molibdato de aluminio resultó ser un buen inhibidor de la corrosión del aluminio 1050, con una eficiencia superior al 90%. El molibdato de aluminio inhibió tanto la reacción anódica como la catódica. El tungstato de aluminio alcanzó su máxima eficiencia inhibidora a las 4 horas de ensayo pero la misma fue de aproximadamente 68%. La baja eficiencia anticorrosiva de este compuesto se atribuyó a las características de la película protectora que resultó ser muy porosa.

Agradecimientos: Los autores agradecen el apoyo financiero brindado por CONICET, CICPBA y UNLP el cual permitió llevar adelante esta investigación.

Referencias

- [1] F. Baruthio, Toxic effects of chromium and its compounds, Biological Trace Element Research, 32 (1-3), 1992, 145-153.
- [2] A.M. Shams El Din, L. Wang, Mechanism of corrosion inhibition by sodium molybdate, Desalination, 107(1), 1996, 29-43.
- [3] W. D. Robertson, Molybdate and Tungstate as Corrosion Inhibitors and the Mechanism of Inhibition, J. Electrochem. Soc. 98(3), 1951, 94-100.