

Comportamiento tribológico de recubrimientos electrolíticos compuestos de Cu-NTC obtenidos en medio alcalino libre de cianuro

L.N. Bengoa^(a,b), P.R. Seré^(a), P. Pary^(a,b), W.A. Egli^(a)

^(a) Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas-CIDEPINT (CICPBA-CONICET-UNLP), Av. 52 e/121 y 122, B1900AYB La Plata, Argentina

^(b) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Av. 1 y 47, B1900TAG, La Plata, Argentina

Autor principal: l.bengoa@cidepint.ing.unlp.edu.ar

La incorporación de partículas suspendidas en un baño electrolítico, en un recubrimiento metálico obtenido por vía electroquímica es un fenómeno que permite la obtención de depósitos compuestos [1]. Los mismos consisten en una matriz metálica con partículas dispersas en la misma, las cuales pueden ser cerámicas, metálicas o incluso poliméricas [2]. Una de las aplicaciones de estos recubrimientos que ha generado mayor interés corresponde al desarrollo de recubrimientos autolubricantes con buenas propiedades tribológicas, para lo cual se han incorporado partículas como grafito, nanotubos de carbono (CNT) o MoS₂. En este trabajo se obtuvieron depósitos compuestos en base Cu empleando un electrolito alcalino libre de cianuro desarrollado en este laboratorio. Este material presenta buena apariencia y resistencia a la corrosión y altas conductividades térmicas y eléctricas. Sin embargo, es un material blando con un coeficiente de fricción (CoF) relativamente alto. Por esta razón se buscó aumentar su resistencia al desgaste y lubricidad a través de la incorporación de CNT (d = 15 nm). Esta metodología ha sido empleada de manera satisfactoria utilizando electrolitos de cobreados ácidos. Sin embargo, dado que el grado de incorporación depende de la química del sistema es necesario realizar ensayos con el nuevo electrolito propuesto para evaluar la capacidad el mismo de producir recubrimientos Cu-CNT. Para tal fin se realizaron depósitos bajo control galvanostático en una celda de 2 electrodos, empleando arandelas de acero (A = 40,9 cm²) al carbono como sustrato y un cilindro de Cu (ánodo). Las arandelas se acoplaron a un eje conductor el cual se ubicó en el centro de la celda y sumergido a una altura fija, mientras que el ánodo se colocó de manera concéntrica a dicho eje sobre las paredes de la celda. El pretratamiento de los sustratos consiste en una limpieza electrolítica alcalina empleando NaOH 10 % p/v a 25 °C, aplicando un voltaje de 0,5 A (anódico) por 1 min y un posterior decapado en H₂SO₄ 1:10 a temperatura ambiente durante 1 min. En todos los ensayos se utilizaron 600 mL de un electrolito con una composición 0,2 M CuSO₄ y 0,6 M glutamato de sodio a pH = 8. La densidad de corriente se varió en el rango 1,5 – 4,5 A dm⁻² a distintos valores de temperatura (35 – 55 °C), ajustando el tiempo tal que espesor fuera de 10 µm. Se obtuvieron depósitos de Cu puro y Cu-CNT en las mismas condiciones experimentales para evaluar el efecto de las partículas en las propiedades tribológicas de los depósitos. Para los depósitos compuestos se adicionaron 2 g L⁻¹ de NTC al baño y se dispersaron con ultrasonido por 30 min. En todos los experimentos se aplicó ultrasonido para asegurar la dispersión de los CNT y mejorar el grado de incorporación [3]. Se evaluó la influencia del 1-4 butinodiol (BD), aditivo orgánico empleado para mejorar la adherencia del recubrimiento de Cu. Los recubrimientos obtenidos fueron ensayados en un equipo “ball-on-disk” desarrollado en nuestro laboratorio. Mediante el mismo se determinó coeficiente de fricción de las distintas muestras ensayadas. Los depósitos y las escaras de desgaste fueron examinados con microscopía electrónica de barrido (SEM).

Los resultados tribológicos indican que el CoF de fricción de los recubrimientos de Cu y Cu-CNT pasa por un mínimo a una temperatura de 45 °C (Fig. 1-a). A su vez, se observó que independientemente de la temperatura a la cual se realiza el depósito, la presencia de CNT reduce el valor de este parámetro en un 14 %. La Fig. 1-b muestra la dependencia del CoF con la densidad de corriente, así como también el efecto del BD. En ausencia de este aditivo, se observó una pequeña disminución cuando j aumenta de 1,5 a 3 A dm⁻² y luego vuelve para j = 4,5 A dm⁻². En esta figura también se observa que el BD genera un aumento en el

CoF y un cambio en la tendencia observada. Además, en presencia de BD la disminución en el valor del CoF generada por la incorporación de los CNT es más acentuada a mayores valores de j .

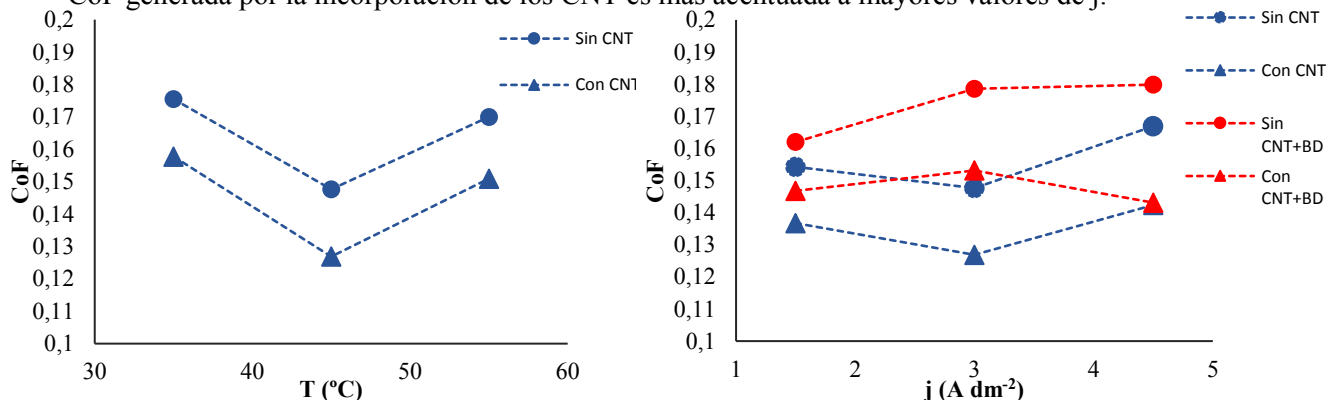


Figura 1. Variación del CoF de recubrimientos Cu y Cu-CNT (a) en función de la temperatura, $j = 3 \text{ A dm}^{-2}$ y (b) en función de la densidad de corriente, $T = 45 \text{ }^\circ\text{C}$, con y sin BD.

Las huellas generadas por el desgaste durante los ensayos tribológicos resultaron irregulares, dificultando la determinación del mismo. Esto se debe a la topografía superficial de los depósitos obtenido (Fig 2-a), que se genera debido a la rugosidad inicial del sustrato ($R_a = 1,29\mu\text{m}$). Por esta razón se realizaron ensayos preliminares sobre sustratos de menor rugosidad ($R_a = 0,12\mu\text{m}$) obteniéndose los mismos valores para el CoF y siendo posible estimar el desgaste en un valor de $2,16 \cdot 10^{-4} \text{ mm}^3 \text{ m}^{-1} \text{ N}^{-1}$ (Fig 2-b). En base a estos resultados, en los próximos estudios se realizarán depósitos Cu y Cu-CNT en sustratos de baja rugosidad para poder completar la caracterización tribológica

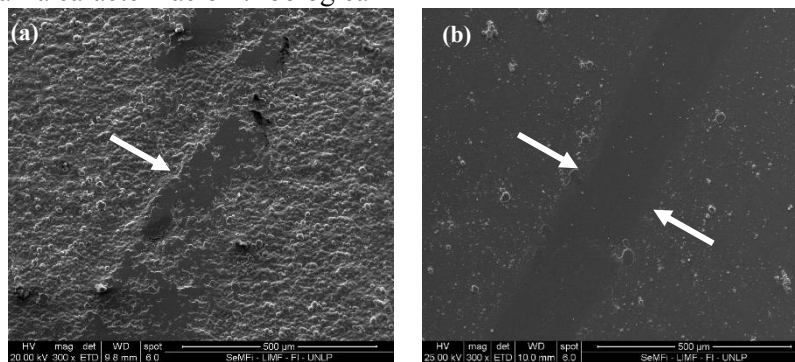


Figura 2. Imágenes SEM de depósitos Cu-CNT obtenidos a 3 A dm^{-2} y $45 \text{ }^\circ\text{C}$ en presencia de BD: (a) sobre sustrato de $R_a = 1,29 \mu\text{m}$ y (b) $R_a = 0,2 \mu\text{m}$. Las flechas indican la posición de las huellas de desgaste.

Palabras claves: Cobre, Galvanoplastia, Electrodeposición, Compuestos, Tribología

Área de interés: Tópico 8, Tribología y desgaste

Tipo de presentación: Oral () Poster (X)

Referencias:

[1] J.L. Stojak, J. Fransaer, J.B. Talbot, Review of electrocodeposition, in: R.C. Alkire, D.M. Kolb (Eds.), Adv. Electrochem. Sci. Eng., Wiley-VCH, Germany, 2002.

[2] A. Hovestad, R.J.C.H.L. Heesen, L.J.J. Janssen, Electrochemical deposition of zinc-polystyrene composites in the presence of surfactants, J. Appl. Electrochem. 29 (1999) 331–338.

[3] I. Tudela, Y. Zhang, M. Pal, I. Kerr, T.J. Mason, A.J. Cobley, Ultrasound-assisted electrodeposition of nickel: Effect of ultrasonic power on the characteristics of thin coatings, Surf. Coatings Technol. 264 (2015) 49–59.