

COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN RECUBRIMIENTO DLC DEPOSITADO SOBRE ACERO INOXIDABLE MARTENSÍTICO PREVIAMENTE NITRURADO

Eugenia Dalibon¹, Raúl Charadia¹, Amado Cabo², Vladimir Trava-Airoldi³, Sonia P. Brühl^{1*}

¹ Grupo de Ingeniería de Superficies – UTN Fac. reg. Concepción del Uruguay, Argentina.

² IONAR S.A., Buenos Aires, Argentina.

³ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos - SP, Brazil.

Mail del Expositor:

sonia@frcu.utn.edu.ar

INTRODUCCIÓN

Los recubrimientos DLC tienen alta dureza, bajo coeficiente de fricción y son químicamente inertes. Sus aplicaciones van desde biomateriales hasta componentes hidráulicos y recubrimientos para herramientas. La nitruración iónica es un método de tratamiento de superficies especialmente adecuado para aceros inoxidable, pues puede endurecerlos sin detrimento de sus propiedades anticorrosivas. Además, puede actuar como un pre tratamiento para aumentar la adhesión y mejorar el comportamiento al desgaste de un recubrimiento duro. En este trabajo se estudió el comportamiento tribológico de un film de DLC que fue depositado sobre acero inoxidable martensítico AISI 420 nitrurado, con dos terminaciones superficiales diferentes, previas a la nitruración iónica, analizando los resultados en función del acabado superficial.

MATERIALES Y MÉTODOS

El acero fue templado y revenido en las condiciones usuales para obtener una estructura martensítica y se eligieron dos terminaciones superficiales diferentes: lijado con granulometría 1000 y pulido con pasta de diamante 0,5 μm . Luego las probetas se nitruraron por plasma en una descarga DC pulsada, 10 horas, a 390 °C y con presiones parciales de N_2 y H_2 , en relación 1:4. La baja temperatura y el bajo porcentaje de nitrógeno es para obtener mayoritariamente una zona de difusión, sin precipitación de nitruros que podrían afectar la resistencia a la corrosión del acero.

Posteriormente, se depositó un recubrimiento a base carbono denominado DLC (Diamond-like-Carbon), con la técnica CVD asistida por plasma, usando metano e hidrógeno como gases precursores y una descarga DC pulsada asimétrica [Trava-Airoldi 2007].

Se midió la dureza en la superficie con un indentador Vickers, se observó la capa nitrurada y el recubrimiento con microscopio óptico y SEM. Se analizó la microestructura de las muestras nitruradas por difracción de rayos X con radiación de Co. El comportamiento mecánico fue evaluado mediante ensayos de desgaste por deslizamiento recíproco con 12 N, bolilla de WC como contraparte y de tipo pin-on-disk con 5 N y bolilla de alúmina. Se evaluó la adhesión, mediante indentación Rockwell C (150 kg) y Scratch Test (3,5 kg) analizando los resultados en función de las dos terminaciones superficiales.

Las probetas utilizadas en este estudio se denominaron: LN, lijada con SiC granulometría 1000 y luego nitrurada, PN, pulida con pasta diamantada además de lijada y luego nitrurada, R, lijada, pulida y recubierta sin nitrurar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las capas nitruradas resultaron diferentes en las probetas con distinta terminación: 8 μm en la lijada ($R_a = 0,033 \mu\text{m}$) y 11 μm en la pulida ($R_a = 0,026 \mu\text{m}$), es decir, la capa resultó de mayor espesor en la menos rugosa, en la que también por DRX se detectaron nitruros de hierro. El recubrimiento fue igual para ambos casos, con espesores entre 2,6 y 3 micrones. La dureza alcanzó 1400 HV mientras que las capas nitruradas alcanzaron 1150 HV.

La calidad de la adhesión de la película de DLC fue mejor en la muestra pulida que en la lijada y en la solo recubierta (Fig. 1), acorde con la clasificación de la norma VDI 3198. Este comportamiento puede estar relacionado con la minimización de la energía interfacial en superficies convexas, o a la presencia de óxidos en los valles o cavidades de la probeta rugosa, que no pudieron ser limpiados en el proceso

de sputtering [Fu, 2000]. Por otro lado, la presencia de irregularidades o protuberancias afecta la nucleación y crecimiento del film y consecuentemente su adhesión [Bull, 1997].

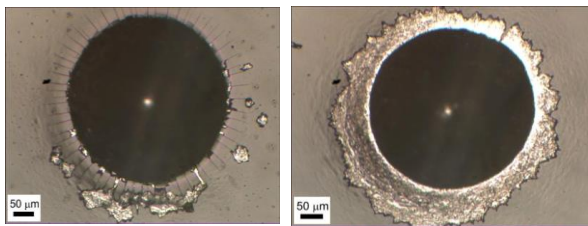


Fig. 1: Huellas de indentación en las probetas PN (izq) y LN (der) mostrando como se delaminó la película en el caso de la muestra lijada.

En el Scratch test, las muestras nitruradas mostraron buen comportamiento, falló la sólo recubierta por falta de soporte mecánico [Park, 2001].

En cuanto al comportamiento tribológico, las huellas de desgaste fueron menores en las muestras nitruradas y recubiertas que en la muestra R, y el desgaste fue menor en todos los casos comparados con la probeta sólo nitrurada (Fig. 2).

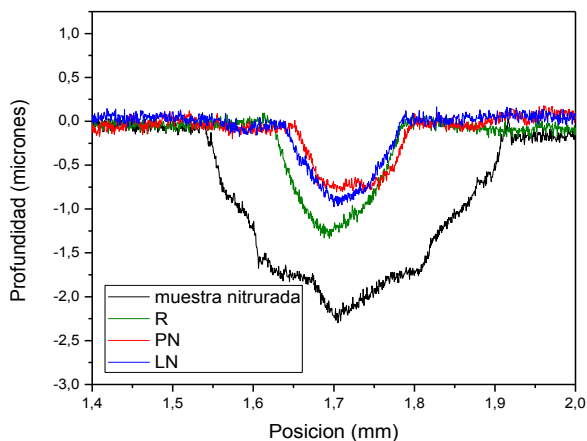


Fig. 2: Perfiles de las huellas de desgaste por deslizamiento de las tres probetas recubiertas comparadas con una sólo nitrurada.

En los ensayos pin-on-disk, con carga de 5 N, las huellas de desgaste fueron casi invisibles sobre las tres muestras recubiertas, por lo que no fue posible calcular la pérdida de volumen, pero el coeficiente de fricción (CoF) se registró durante el ensayo y se muestra en la Fig. 3.

Se puede observar que el estado estacionario se alcanza después de varios minutos y en todos los casos está por debajo de 0,15; mucho menor que en la sólo nitrurada. Se puede notar también que la muestra R tuvo el CoF más bajo; 0,07 promedio. Esto puede atribuirse no sólo a la diferencia de rugosidad sino también a las modificaciones que

sufre la misma durante el ensayo, debido a la deformación de asperezas y a la relación de durezas entre recubrimiento y del sustrato.

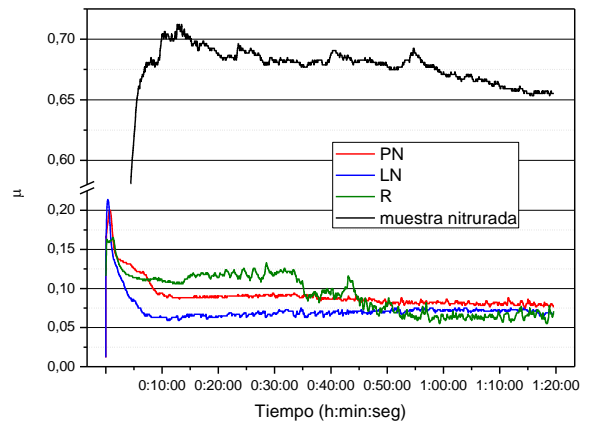


Fig.3: Coeficientes de fricción registrados en las pruebas de pin-on-disk para las tres muestras recubiertas y la sólo nitrurada.

Es posible que en la muestra R se haya formado una tribocapa entre las superficies donde las tensiones de corte tomaron lugar y el film soportó la carga [Holmberg, 2009].

Las conclusiones se pueden resumir como:

- El recubrimiento mejora la resistencia al desgaste comparado con el proceso de nitruración solo. El CoF se redujo de 0,7 a 0,07.
- La nitruración previa mejoró aún más el comportamiento mecánico de las muestras recubiertas en las condiciones evaluadas. La capa nitrurada probó ser una buena interfase que aumentó la dureza del sustrato y proporcionó una intercapa adecuada.
- La calidad de la adhesión fue mejor en la muestra PN que en la LN. La capa nitrurada fue también más gruesa en las muestras pulidas, las cuales permitieron mejor difusión del nitrógeno.

REFERENCIAS

- Bull S J. Tribol. Int. 30, 491-498, 1997.
- Fu Y, Yan B, Loh N L. Surf. Coat. Technol. 130, 173-185, 2000.
- Holmberg K, Matthews A. Coatings Tribology Properties, Mechanisms, Techniques and Applications in Surface Engineering, UK, Elsevier, 2009. pp. 148-151.
- Park J, Sudarshan T S. Surface Engineering Series Chemical Vapor Deposition, Vol. 2, USA, ASM International, 2001. pp. 31-41
- Trava-Airoldi V J, Bonetti L F, Capote G, Santos L V, Corat E J. Surf. Coat. Technol. 202, 549-554, 2007.