



COMPORTAMIENTO AL DESGASTE POR FRETTING Y EROSIÓN DE UN RECUBRIMIENTO TiN DEPOSITADO POR PAPVD SOBRE AISI316L NITRURADO

**Laura S. Vaca^{(1)*}, Eugenia L. Dalibón⁽¹⁾, Mauro Moscatelli⁽¹⁾, Pablo Landi⁽¹⁾
y Sonia P. Brühl⁽¹⁾**

(1) Grupo de Ingeniería de Superficies, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Universidad Tecnológica Nacional, Ing. Pereira 676, E3264BTD, Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina.

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

Los tratamientos dúplex de nitruración y recubrimientos aplicados sobre aceros inoxidables mejoran sus propiedades mecánicas. En este trabajo se evaluó el comportamiento al desgaste por fretting y por erosión de recubrimientos comerciales de Nitruro de Titanio (TiN) depositados por PAPVD (Plasma Assisted Physical Vapour Deposition) sobre acero inoxidable austenítico AISI 316L nitrurado y se comparó con los resultados sobre muestras sólo nitruradas y sobre el acero sin tratar. Las muestras dúplex presentaron mejor comportamiento al desgaste por fretting y la influencia de la capa nitrurada fue más evidente en la situación más severa de desgaste por erosión.

El acero inoxidable austenítico AISI 316L es muy solicitado tanto por la industria química, alimenticia, petrolera como para aplicaciones biomédicas, por sus excelentes propiedades anticorrosivas pero su baja dureza y alto coeficiente de fricción limitan sus aplicaciones, por lo que es necesario tratarlo superficialmente para mejorar sus propiedades tribológicas [1]. La nitruración iónica es un tratamiento de difusión termoquímico asistido por plasma que modifica las capas superficiales del acero, elevando su dureza y resistencia al desgaste. Los recubrimientos PVD de TiN son películas cerámicas, que por ser químicamente inertes y poseer alta dureza elevan la vida útil del material. Los tratamientos dúplex resultan de la aplicación sucesiva de dos procesos, tales como nitruración iónica y recubrimientos, para lograr propiedades que no sería posible alcanzar utilizando un único proceso [2-4]. El comportamiento al desgaste por deslizamiento en recubrimientos TiN ha sido ampliamente estudiado, mientras que el desgaste por fretting y por erosión en aceros inoxidables nitrurados y recubiertos con TiN no lo ha sido tanto. El objetivo de este trabajo es evaluar el comportamiento al desgaste por fretting y por erosión de recubrimientos comerciales de TiN depositados por PAPVD sobre acero inoxidable austenítico AISI 316L previamente nitrurado.

Las muestras se cortaron de una barra cilíndrica de AISI 316L. La nitruración iónica se llevó a cabo en un equipo industrial de la empresa IONAR S.A. Sputtering durante 2 h en una mezcla de 50% Ar – H₂. Nitruración durante 20 h, a 400 °C, 600 V, 5 hPa, en una mezcla de 20% N₂ – 80% H₂. Los recubrimientos PAPVD por arco catódico de TiN se realizaron en la empresa SUDOSILO S.A, a 350 °C, 0,02 hPa, y polarizando las muestras a -250 V. La microestructura se analizó con XRD, microscopía óptica y FIB-SEM y se midió nanodureza. Los ensayos de fretting se realizaron con carga de 5N durante 30 minutos, a 11.67 Hz de frecuencia, con una amplitud de desplazamiento de 84 µm y las huellas se observaron con interferómetro de luz blanca (WLI), se compararon los volúmenes desgastados y se tomaron imágenes con SEM de las huellas. Las muestras sometidas a erosión se colocaron frente a un flujo de agua y arena AFS 50, con un ángulo de incidencia de 30° y 2 m/s de velocidad de impacto, durante 6 horas, extrayendo las mismas luego de cada hora para verificar la pérdida de masa.

Las muestras nitruradas presentaron una capa modificada de $(10 \pm 1) \mu\text{m}$, con una dureza superficial de $(1300 \pm 100) \text{HV}$ y el espesor de la película de TiN fue de $(1,70 \pm 0,05) \mu\text{m}$, como se observa en la imagen SEM del corte por FIB de la Fig. 1, con una dureza superficial de $(3300 \pm 300) \text{HV}$.

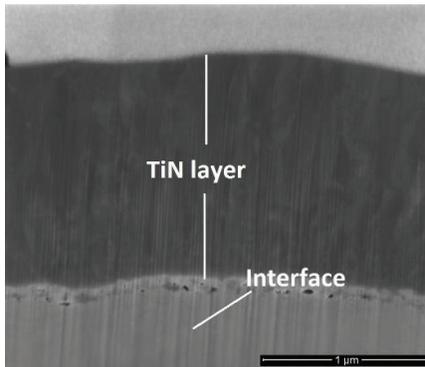


Figura 1: FIB-SEM recubrimiento 50000x.

El gráfico de la Fig. 2 muestra el promedio, con sus respectivos errores, de los volúmenes desgastados de las muestras patrón, nitrurada y dúplex, obtenidos a partir de tres muestras con tres ensayos por cada condición. Si bien el menor volumen desgastado resultó para la muestra dúplex, la diferencia con la nitrurada no fue significativa y ambas aumentaron la resistencia al desgaste por fretting en más de un 300% respecto de muestra patrón. Además, en el caso de las muestras dúplex, ninguna de las huellas de fretting superó el espesor del recubrimiento, ni se observaron delaminaciones tanto dentro como alrededor de la huella.

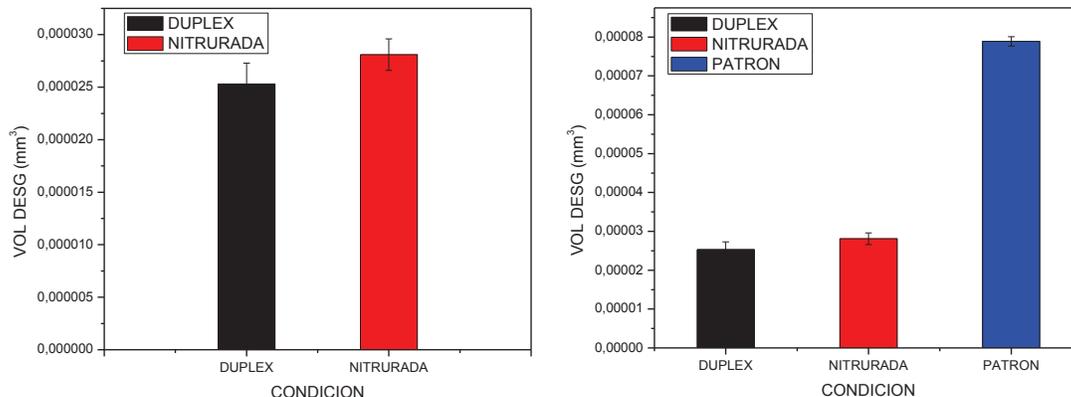


Figura 2: Gráfico Volumen desgastado por fretting.

Los resultados de pérdida de masa por erosión en función del tiempo de ensayo se presentan en el gráfico de la Fig. 3, en el que puede observarse que la muestra patrón experimentó una pérdida de masa mucho mayor que las tratadas y a lo largo de todo el ensayo, la pérdida de masa de la dúplex fue inferior a la de la nitrurada. Hasta la sexta hora de ensayo la zona expuesta al chorro de arena y agua presentó parte del recubrimiento, por lo que la película sigue protegiendo la capa nitrurada.

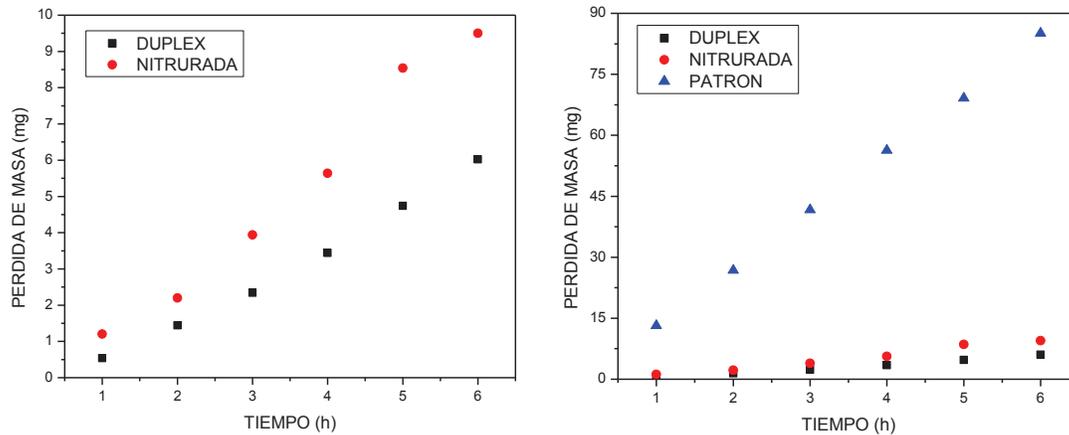


Figura 3: Gráfico Pérdida de masa por erosión.

De los resultados presentados puede inferirse que el tratamiento combinado de nitruración y recubrimiento TiN permite elevar la dureza superficial y mejorar las propiedades mecánicas. Si bien la resistencia al desgaste por fretting de las muestras con tratamiento dúplex no resultó considerablemente superior a las muestras sólo nitruradas, en situaciones severas de desgaste, como la erosión, la influencia del sustrato nitrurado en el comportamiento mecánico del sistema se hizo más notable, determinando la mejor respuesta al desgaste erosivo.

Agradecimientos: Los autores agradecen a la empresa IONAR S.A por la realización de los tratamientos de nitruración, a la empresa SUDOSILO S.A por la deposición de los recubrimientos, a los becarios de investigación del GIS – UTN – FRCU por la colaboración en los ensayos de desgaste y a la UTN – FRCU por el apoyo económico.

Referencias

- [1] ASM Handbook Vol. 5. Surface Engineering, 1994, ASM International.
- [2] E. Menche, A. Bulak, J. Olfe, A. Zimmermann, K.-T Rie, Improvement of mechanical properties of austenitic stainless steel after plasma nitriding; Surface and Coatings Technology 133-134, 2000, 259-263.
- [3] H. Bruzzoni, H. Kelli, A. Marquez, D: Lamas, A. Ansaldi, C. Oviedo, TiN coatings generated with the pulsed Plasma Arc, plasma Source Science and Technology 5, 1996, 582-587.
- [4] L. Escalada, J. Lutz, S.P. Brühl, M. Fazio, A. Márquez, S. Mändl, D. Manova, S.N. Simison, Microstructure and corrosion behavior of AISI 316L duplex treated by means of ion nitriding and plasma based ion implantation and deposition, Surface and Coatings Technology 223, 2013, 41-46.