



7mo encuentro de jóvenes investigadores en ciencia y tecnología de los materiales

5 y 6 de septiembre de 2019
Rosario, Santa Fe, Argentina

CARACTERIZACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO MULTICAPA OBTENIDO MEDIANTE PVD ASISTIDO POR PLASMA

F. A. Delfin*⁽¹⁾, **S. P. Brühl**⁽¹⁾, **E. L. Dalibón**⁽¹⁾, **P. Cirimello**⁽²⁾

(1) Grupo de Ingeniería de Superficies. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay. Ing. Pereira 676, E3260, Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina.

(2) YPF Tecnología S.A. Av. Del Petróleo s/n (Entre 129 y 143), 1923, Berisso, Buenos Aires, Argentina.

* Correo Electrónico (autor de contacto): delfinf@frcu.utn.edu.ar

Tópicos: T6. Ciencia y tecnología de superficies; **Categoría:** C3. Estudiante de Posgrado.

Un recubrimiento multilaminar permite combinar las buenas propiedades de varios materiales, depositados en forma de películas delgadas de diverso espesor. En este trabajo, se emplea la técnica PVD Magnetron Sputtering para depositar un recubrimiento de 7 μm sobre acero AISI 4140. La base resistente es una capa de AlTiN, seguida de múltiples capas de Ti, Cr y C. La adhesión y el desgaste resultaron muy buenas, con bajo coeficiente de fricción y alta dureza. La resistencia a la corrosión, en cambio no ha arrojado buenos resultados.

La utilización de recubrimientos duros en la industria de los insertos y las herramientas de corte es hoy un requerimiento básico para lograr mayor duración y vida útil del filo. La extensión a otras áreas industriales que requieran un control de la fricción, el desgaste y la corrosión, está aún en desarrollo, pero representa un gran interés. Para lograr estas películas protectoras, se suele recurrir a técnicas PVD, como la deposición por arco o el sputtering, siendo este último el que produce mejor acabado superficial, libre de macropartículas, aunque a una velocidad más lenta. Para solucionar esto, se ha desarrollado el proceso de magnetron sputtering asistido por plasma, o PVD PEMS [1]. Con esta técnica es posible depositar películas finas, e incluso múltiples capas de diferentes materiales, para combinar distintas propiedades. Un ejemplo de este tipo de recubrimiento es el AlTiN, que posee alta dureza superficial y es usado en herramientas de corte [2]. Sin embargo, su coeficiente de fricción no es muy bajo [3]. Otros recubrimientos, muy utilizados por su bajo coeficiente de fricción y alta dureza superficial, son los de base carbono, que además resisten muy bien a la corrosión [4]. En este trabajo se presenta una combinación de estos recubrimientos depositados sobre un acero clásico para la construcción de elementos de máquinas, en el marco de un proyecto de colaboración entre Tantal SRL (Coating Tech), YPF Tecnología S.A. y el Grupo de Ingeniería de Superficies (UTN FRCU).

Se estudiaron muestras de acero de baja aleación AISI 4140 recubiertas con una película multilaminar comercial desarrollada por CemeCon AG, producida en el equipo de Tantal SRL, y consiste en una base de AlTiN con un recubrimiento superior fino de cromo y carbono. Para determinar el espesor del recubrimiento, se seccionaron las muestras y se incluyeron en resina termoformable para ser observadas con microscopio óptico y electrónico (SEM), donde además se realizaron mediciones de composición química por medio de EDS. A fin de evaluar las propiedades tribológicas del recubrimiento, se utilizó una máquina de ensayo Pin-On-Disk de construcción propia, utilizando una bolilla de alúmina como contraparte, con un recorrido de 500 m y cargas de 3 N y 5 N. El coeficiente de fricción se registró en tiempo real durante todo el ensayo y la huella de desgaste se analizó con un perfilómetro mecánico y microscopio óptico. Con el objeto de ensayar la adhesión se utilizaron dos métodos: indentación Rockwell C, analizando la huella según indica la norma VDI 3198 [5]; Scratch Test de carga constante de 5 N a 70 N, perfilómetro mecánico y microscopio óptico y electrónico SEM para analizar las huellas. La resistencia a la corrosión se ensayó por medio de cámara de niebla salina, con una concentración del 5% de NaCl a una temperatura de 30°C por el lapso de 100 h. También se hicieron ensayos de polarización anódica, en una solución de 3,5% de NaCl.

El recubrimiento tiene un espesor promedio de 7,5 μm , y consiste en 6 capas, como se aprecia en la Figura 1, más un interlayer o capa de adherencia. El principal componente es el AlTiN, con una capa de 4,8 μm y luego varias capas finas alternadas de entre 200 y 800 nm, con compuestos de titanio, cromo y carbono, finalizando con una capa de carbono (mayoritariamente) y cromo.

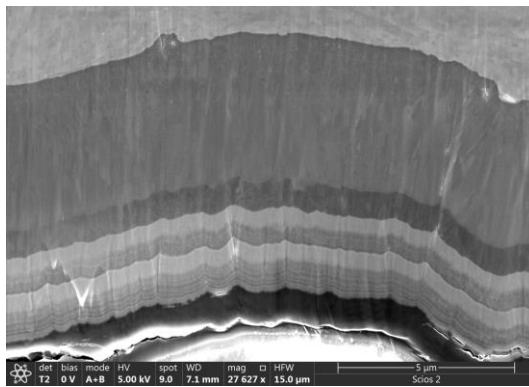


Figura 1: Micrografía SEM de la sección transversal del recubrimiento.

En la Figura 2 se puede observar la evolución del coeficiente de fricción cuando se ensayaron muestras a diferente carga, que resultó 0,3 en promedio, un valor muy bajo si se lo compara con la curva de un acero sin recubrir, que resulta 0,8 en promedio bajo las mismas condiciones. En la misma Figura 2 se puede observar la huella de desgaste al microscopio óptico, que presenta irregularidades en toda su trayectoria debido a la muy alta rugosidad de las muestras ensayadas. A pesar de no poder cuantificar el desgaste por este inconveniente, se puede decir que este recubrimiento parece ser muy duro y tener un muy buen comportamiento al desgaste, ya que la contraparte no ha podido aplanar las crestas de los surcos.

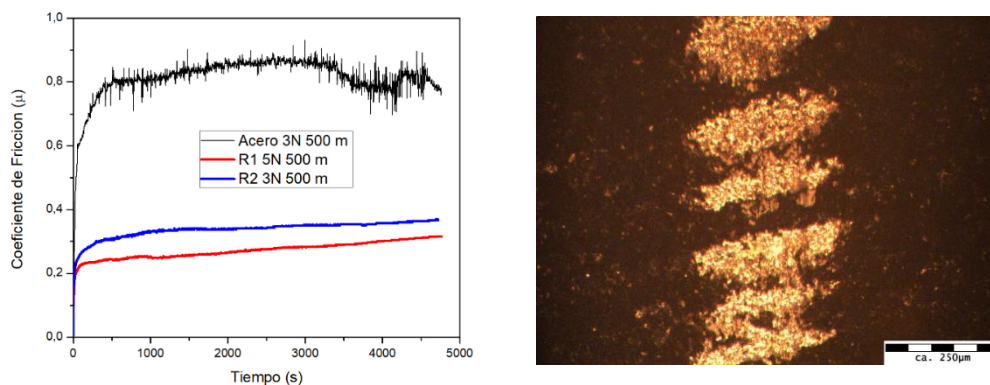


Figura 2: Coeficiente de fricción (izquierda); Huella de desgaste 5 N, 500 m (derecha).

La adhesión del recubrimiento resultó satisfactoria. En los ensayos de indentación Rockwell C no se produjo delaminación alrededor de la indentación, sino sólo deformación, clasificando como HF1 según la norma VDI 3198. En los ensayos de scratch test, se observó una huella sin deformación del sustrato para una carga de 40 N, y aún para cargas de 70 N, la profundidad de la huella no superó los 20 µm, aunque se aprecia una deformación plástica del material, pero sin delaminación.

Los ensayos de corrosión no dieron los resultados esperados. Si bien se puede apreciar una pequeña zona pasiva en el transcurso de los ensayos potenciodinámicos, esta se produce a densidades de corriente superiores si se compara con otros recubrimientos o con aceros inoxidable, y tiene una duración muy corta. El potencial de corrosión promedio fue de -650 mV, que es un valor muy bajo. En la cámara de niebla salina, el recubrimiento fue atacado y muestra sectores de desprendimiento y corrosión en el sustrato, y probablemente haya sido afectada su integridad química. El comportamiento a la corrosión es malo si se lo compara con las excelentes cualidades de un DLC obtenido por medio de PA-CVD.

Tanto los resultados de scratch test como de adhesión son superiores a otros recubrimientos obtenidos por PVD por arco, como por ejemplo el TiN. En desgaste y fricción los resultados son auspiciosos, a pesar de no haber podido medir la tasa de desgaste. En corrosión el comportamiento fue deficiente, al contrario de lo que se esperaba por la comparación con películas DLC obtenidas mediante CVD, que han sido ensayados en otros trabajos.

Referencias

- [1] M. Keunecke et al., Surface & Coatings Technology 205, 2010, 1273-1278.
- [2] K.D. Bouzakis et al., CIRP Annals - Manufacturing Technology 61, 2012, 703-723.
- [3] G. Erkens et al. / Surface and Coatings Technology 177 -178 (2004) 727-734.
- [4] E.L. Dalibon et al., Diamond & Related Materials 59, 2015, 73-79.
- [5] N. Vidakis et al., Journal of Materials Processing Technology 143, 2003, 481-485.