



COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES TRIBOLÓGICAS DE LOS RECUBRIMIENTOS AlCrN y TiAlN DEPOSITADOS SOBRE ACERO AISI 420

Tomás Källsten*⁽¹⁾ y Eugenia Dalibón⁽¹⁾

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

*Correo Electrónico: tomasgchu@gmail.com

Tópico: T6 Tecnología de superficies, tratamientos térmicos y transformaciones de fases. **Categoría:** C1 Trabajos realizados por uno o más estudiantes de grado.

En este trabajo se compararon las propiedades tribológicas de los recubrimientos AlCrN y TiAlN depositados sobre acero AISI 420. La microestructura de los recubrimientos fue analizada con microscopio óptico, DRX y se midió dureza mediante nanoindentación. La adhesión de los recubrimientos se evaluó mediante ensayos Scratch test e indentación Rockwell C. Así mismo, se realizaron ensayos de desgaste abrasivo y por deslizamiento pin-on-disk, donde la pérdida de volumen y el coeficiente de fricción fueron evaluados. El recubrimiento AlCrN tuvo una respuesta superior frente a las distintas condiciones de desgaste y presentó una mejor adhesión al sustrato.

El acero martensítico inoxidable AISI 420 es ampliamente utilizado en componentes de máquina, utensilios quirúrgicos y herramientas manuales donde la combinación de resistencia a la corrosión y buen desempeño mecánico es requerida. Sin embargo, el constante desarrollo de la industria y sus tiempos de producción cada vez más exigentes generan condiciones de desgaste y corrosión severas, que hacen necesario mejorar las características superficiales del acero. La deposición de recubrimientos superficiales es frecuentemente empleada para solventar esta problemática, y es un campo en constante investigación y desarrollo con crecientes aplicaciones en la industria. En particular, los recubrimientos de nitruros ternarios como el nitruro de cromo-aluminio (AlCrN) y el nitruro de titanio-aluminio (TiAlN) han tomado preponderancia y despertado interés de estudio debido a sus buenas propiedades químicas, anticorrosivas y mecánicas [1-2].

En este trabajo se comparó la microestructura, el comportamiento al desgaste y la adhesión de los recubrimientos de AlCrN y TiAlN depositados mediante el proceso PVD (Physical Vapor Deposition) sobre probetas de acero martensítico AISI 420 previamente templado y revenido.

Las probetas estudiadas fueron templadas a 1030 °C con enfriamiento en aire agitado para posteriormente realizarles un doble revenido a 260 °C durante 2 horas. Luego, las probetas fueron lijadas hasta granulometría 1000. Se prepararon 30 muestras de acuerdo con el procedimiento anterior y se enviaron a recubrir a la empresa Balzers. Un grupo de muestras fue recubierto con TiAlN y otro con AlCrN, que comercialmente se designan Futura NANO® y Alcrona®, respectivamente.

Posteriormente, se cortó e incluyó en resina fenólica una muestra de cada recubrimiento para observar transversalmente su microestructura en el microscopio óptico y medir su espesor mediante software en computadora. Además, se realizaron mediciones de dureza mediante nanoindentación en ambos recubrimientos.

La adhesión de los recubrimientos al sustrato se evaluó mediante ensayos estáticos de adhesión Rockwell C y ensayos dinámicos de Scratch test a carga constante. Además se realizaron ensayos de desgaste por deslizamiento tipo pin-on-disk, con cargas de 5 y 10 N, una distancia de 500 m y contraparte de alúmina, y también ensayos de desgaste abrasivo según las normas ASTM G99 y ASTM G65, respectivamente.

Los espesores promedio obtenidos fueron de $(2,9 \pm 0,4)\mu\text{m}$ y $(3,1 \pm 0,2)\mu\text{m}$ para Alcrona y Futura NANO, respectivamente.

En las mediciones de nanodureza, los valores promedio obtenidos fueron $(45,05 \pm 6,60)\text{GPa}$ en Alcrona y $(40,74 \pm 4,75)\text{GPa}$ en Futura NANO.

En los ensayos de adhesión Scratch test, las cargas críticas obtenidas fueron de 60 N para Futura NANO y 70 N para Alcrona, observándose en ambos casos fallas del tipo cohesivo. Luego, para una carga de 90 N, ambos recubrimientos presentaron falla adhesiva.

La respuesta de adhesión en las indentaciones Rockwell C se caracterizó de acuerdo con la tabla de la norma VDI 3198. En total, se realizaron 10 indentaciones por recubrimiento. En Futura NANO se observaron 2 respuestas de grado HF2 y 8 de HF3, mientras que en Alcrona se observaron 4 respuestas de grado HF1 y 6 de HF3. En la figura 1 se muestra una respuesta HF1 en Alcrona y HF2 en Futura NANO. En esta última, pueden apreciarse fisuras del tipo radial.

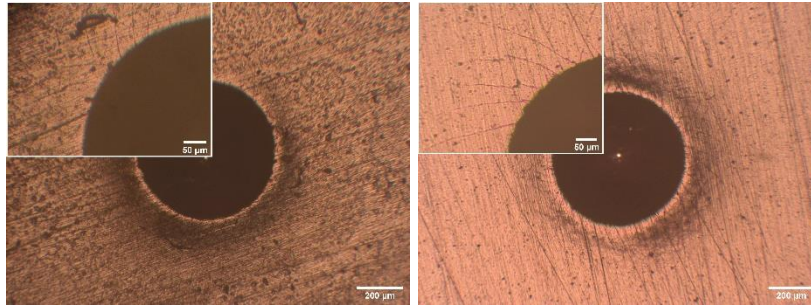


Figura 1: Micrográficas ópticas de indentaciones Rockwell C en Alcrona (izquierda) y Futura NANO (derecha).

En los ensayos pin-on-disk (POD), en todas las condiciones de carga la pérdida de volumen y la profundidad de la huella fueron entre 8 y 10 veces menor en el recubrimiento Alcrona (Fig. 2). Así mismo, los coeficientes de fricción obtenidos fueron 0,5 para Alcrona y 0,65 para Futura NANO. Cabe destacar que, con respecto a la probeta patrón, ambos recubrimientos obtuvieron como mínimo una pérdida de volumen 3 veces menor.

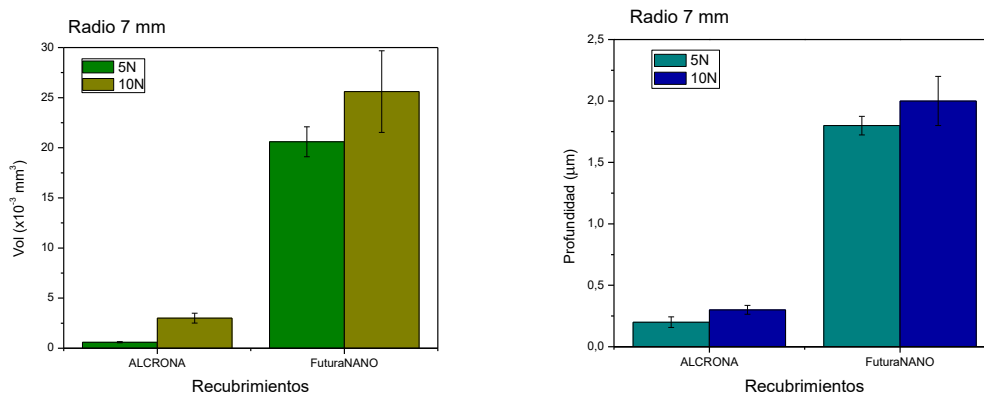


Figura 2: gráficos de volumen perdido y profundidad de la huella en ensayos POD.

En los ensayos de desgaste abrasivo, incluso en la condición más severa, la pérdida de masa en las muestras recubiertas fue indetectable o estuvo dentro del error de la balanza, mientras que en la muestra patrón se obtuvo una pérdida de 248,9 mg. Por otra parte, mediante análisis visual a través de microscopio electrónico se pudo percibir un mayor daño en el recubrimiento Futura NANO (Fig. 3).

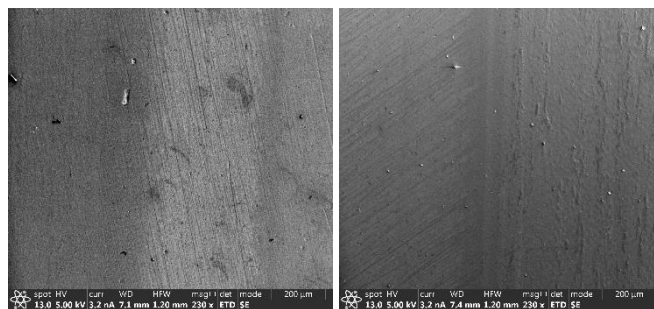


Figura 3: Micrográficas electrónicas de huellas de ensayo abrasivo en Alcrona (Izquierda) y Futura NANO (derecha).

En conclusión, el recubrimiento Alcrona tiene un mejor desempeño frente al desgaste por deslizamiento y abrasivo, con una pérdida de volumen hasta 8 veces inferior a la obtenida en Futura NANO. En términos de adhesión, el recubrimiento Alcrona presentó un comportamiento superior tanto en los ensayos de adhesión estáticos como dinámicos.

Agradecimientos: al Grupo de Ingeniería en Superficies (GIS) por la colaboración en la preparación de muestras e instrucción y capacitación en la utilización de las máquinas de ensayo.

Referencias

- [1] J.L. Mo, M.H. Zhu, B. Lei, Y.X. Leng, N. Huang, Comparison of tribological behaviours of AlCrN and TiAlN coatings—Deposited by physical vapor deposition, WEAR 263, 2007, 1423-1429. (Paper)
- [2] T. Sampath Kumar, S. Balasivanandha Prabu, Geetha Manivasagam, K.A. Padmanabhan, Comparison of TiAlN, AlCrN and AlCrN/TiAlN coatings for cutting-tool applications, International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials 21, 2014, 769 (Paper)