



COMPARACIÓN DE PROPIEDADES TRIBOLÓGICAS DE RECUBRIMIENTOS DE TiAlN DEPOSITADOS EN ACERO MARTENSÍTICO AISI 420 MEDIANTE PVD POR ARCO CATÓDICO Y MAGNETRON SPUTTERING

Franco Fleitas*⁽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 (autor de contacto): franco_fleitas1@hotmail.com

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

En el presente trabajo se compararon las propiedades tribológicas de dos recubrimientos de TiAlN depositados sobre acero martensítico AISI 420 mediante PVD, uno de ellos por arco catódico y el otro por Magnetron Sputtering. Se midió el espesor de recubrimiento con un microscopio óptico, se realizaron ensayos de desgaste mediante Pin-on-disk y se evaluó su adhesión mediante ensayos de scratch test e indentaciones Rockwell C. Los resultados indicaron que el recubrimiento realizado mediante la técnica de PVD por arco catódico respondió de mejor manera tanto al desgaste como a la adhesión.

Los recubrimientos duros se han convertido en la solución de problemas como la corrosión y el desgaste [1]. La técnica PVD (Physical Vapor Deposition) es uno de los procesos más utilizados para la obtención de recubrimientos duros, en este caso los dos recubrimientos estudiados fueron aplicados mediante este método, pero haciendo uso de distintas técnicas, uno de ellos se realizó mediante MS (Magnetron Sputtering) [2] al cual denominaremos a lo largo del trabajo como MS-TiAlN, y en cambio el restante se aplicó mediante PVD por arco catódico al que llamaremos Arc-TiAlN. Las dos técnicas consisten en extraer a partir de medios físicos el material a depositar, para posteriormente mediante diferencia de potencial lograr la deposición y formación del recubrimiento deseado.

En este trabajo se estudiaron y compararon las propiedades tribológicas de estos dos recubrimientos de TiAlN, depositados sobre acero martensítico AISI 420.

Las muestras analizadas fueron discos de 25 mm de diámetro y 2 mm de espesor, las cuales fueron templadas y revenidas previamente, luego fueron lijadas a 1000. La deposición de los recubrimientos se realizó por PVD en dos empresas de Argentina con técnicas diferentes, por arco catódico y magnetron sputtering.

Posteriormente las muestras recubiertas, se cortaron e incluyeron en resina fenólica una de cada recubrimiento, se lijaron a 1000 y pulieron a espejo para luego ser observadas en el microscopio óptico y así obtener el espesor de éstos.

Además, se realizaron nanoindentaciones para conocer los valores de dureza de ambos recubrimientos y sus respectivos módulos de Young. Luego para evaluar el comportamiento al desgaste se realizaron ensayos de pin-on-disk bajo la norma ASTM G99 con 10N de carga, radio 7mm, distancia recorrida de 500m y una bolilla de alúmina de 6mm de radio como contraparte.

La adhesión se evaluó mediante ensayos de scratch test a carga constante, donde el procedimiento se basó en utilizar distintas cargas hasta detectar la carga crítica de cada recubrimiento, se comenzó desde 50N hasta 90N aumentando en forma escalonada cada 10N, y por último se realizaron indentaciones Rockwell C con una carga de 150 kg durante 10 segundos según la norma VDI 3198.

Los espesores promedio que se obtuvieron fueron para el caso del Arc-TiAlN ($2,91 \pm 0,15$) μm y para el MS-TiAlN ($2,26 \pm 0,16$) μm .

Para el MS-TiAlN la nanodureza fue de (32 ± 1) GPa y el módulo de Young (375 ± 20) GPa y en el caso del Arc-TiAlN se obtuvo una nanodureza de (41 ± 5) GPa y un módulo de Young de (348 ± 29) GPa.

En los ensayos de pin-on-disk, se evaluó la tasa de desgaste a partir del volumen perdido por cada recubrimiento, donde se pudo observar que el volumen que perdió el MS-TiAlN es 6 veces más que para el Arc-TiAlN, por lo tanto, se puede ver un comportamiento al desgaste del Arc-TiAlN más satisfactorio, esto puede deberse a la diferencia de dureza y módulo de Young que presentan ambos recubrimientos. En la Figura 1 se expresan dichos resultados. Ambos recubrimientos mejoraron el comportamiento al desgaste respecto al acero sólo templado y revenido, los cuales redujeron la tasa de desgaste a la tercera parte.

En los ensayos de adhesión, para el caso de scratch test, la carga crítica en el recubrimiento Arc-TiAlN fue 60N, mientras que para el MS-TiAlN fue 50N, para estas cargas las fallas que se observaron fueron del tipo cohesivas, pero para valores mayores, a partir de los 70N se pudo notar que para el caso del MS-TiAlN el recubrimiento se desprendía totalmente y se observaba el material base, mientras que para el Arc-TiAlN no se percibieron fallas del tipo adhesivas a lo largo de todo el rango de cargas, si bien la profundidad de las huellas fueron superiores al espesor de recubrimiento, al parecer éste se deforma acompañando al sustrato sin desprenderse.

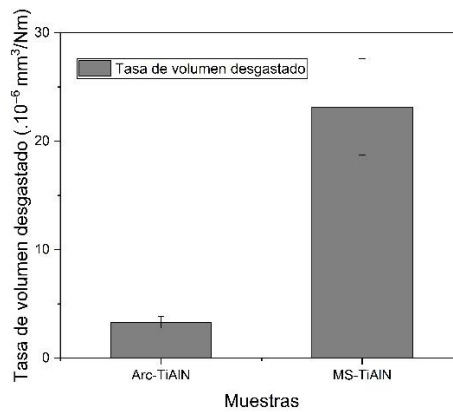


Figura 1: Gráfico de la tasa de volumen desgastado.

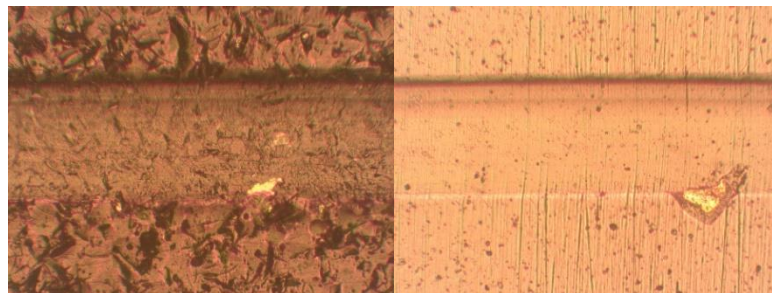


Figura 2: Micrografías ópticas de huellas de ensayo scratch test en MS-TiAlN (izquierda) y Arc-TiAlN (derecha).

Por otro lado, las indentaciones Rockwell C, en las probetas recubiertas con Arc-TiAlN se pudieron clasificar las distintas indentaciones según la norma VDI 3198, pero no fue así para el recubrimiento MS-TiAlN, ya que al momento de observar las mismas en el microscopio óptico, la superficie era muy irregular impidiendo dicha clasificación, por este motivo fue dificultoso hacer una comparación entre los dos recubrimientos de acuerdo a la clasificación que hace la norma, aun así se pudo observar que en el caso del Arc-TiAlN se presentaron pequeñas fisuras alrededor de las indentaciones, y para el caso del MS-TiAlN observándolas en el microscopio óptico con un aumento de 200x se pudieron observar pequeños desprendimiento en el borde.

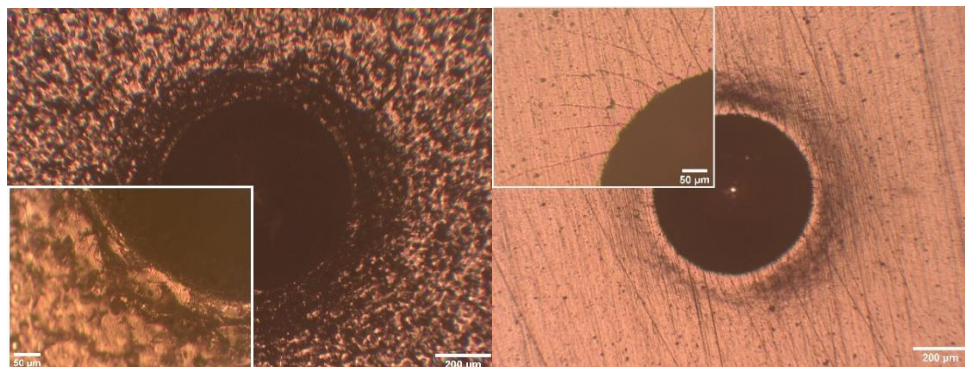


Figura 3: Micrografía de indentaciones Rockwell C en MS-TiAlN (izquierda) y Arc-TiAlN (derecha).

En conclusión, se puede indicar que el recubrimiento Arc-TiAlN respondió de mejor manera en los ensayos de desgaste (pin-on-disk), donde se pudo ver que la tasa de volumen perdido en las muestras con este recubrimiento fue menor al volumen que perdieron las de MS-TiAlN, y en cuanto a su adhesión, el Arc-TiAlN respondió mejor tanto en condición dinámica como estática respecto al MS-TiAlN. Esto podría deberse a que mediante PVD por arco catódico se logran recubrimientos con menos defectos, más uniformes y con mayor densidad debido a que se realiza una filtración de las llamadas “microgotas”, lo que mejora su calidad.

Agradecimientos: A Gonzalo Schierloh y Tomas Källsten por la ayuda en laboratorio y al Grupo de Ingeniería en Superficies por la colaboración en la realización de ensayos y por las enseñanzas brindadas.

Referencias

- [1] P. A. Guzmán Durán, W. Aperador Chaparro, J. L. Caballero Gómez, Efecto del ángulo de incidencia sobre monocapas de HfN expuestas a fenómenos de corrosión erosión, Ciencia e ingeniería Neogranadina 25(1), 2015, 5-15.
- [2] J. Yasin, S. Selvakumar, P. Mathan Kumar, R. Sundaresan, K.M Arunraja, Experimental study of TiN, TiAlN and TiSiN coated high speed steel tool, Materials Today: Proceedings 64, 2022, 1707–1710.