



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

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

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO A LA CORROSIÓN DE RECUBRIMIENTOS DUROS CRECIDOS POR ARCO CATÓDICO SOBRE AISI 4140 CON NITRURADO IÓNICO

L. Scarbol*⁽¹⁾, **J. P. Quintana**⁽²⁾, **J. N. Pecina**⁽¹⁾, **E. Dalibón**⁽¹⁾ y **S. Brühl**⁽¹⁾

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

(2) Universidad de Buenos Aires, CONICET, Instituto de Física del Plasma (INFIP), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Intendente Güiraldes 2160, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

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

Tópicos: T5 Procesamiento y caracterización de Materiales, T6 Ciencia y tecnología de superficies;
Categoría: C3. Estudiante de Posgrado.

El acero AISI 4140 posee muchas aplicaciones industriales. La nitruración iónica es un tratamiento que se utiliza con el propósito de mejorar sus propiedades mecánicas, pero frecuentemente su resistencia a la corrosión se ve comprometida. En este trabajo se compara el comportamiento a la corrosión entre el acero AISI 4140 nitrurado y el mismo con tres diferentes tipos de recubrimientos. Esto se debe a que no hay suficientes estudios para determinar si tales recubrimientos afectan el comportamiento a la corrosión.

Uno de los tratamientos superficiales que tiene el objeto de mejorar las propiedades al desgaste y corrosión de componentes mecánicas es el crecimiento de recubrimientos duros nanoestructurados mediante arcos catódicos (CA). Los CA son dispositivos en los que se produce una descarga eléctrica de alta corriente y bajo voltaje entre dos electrodos inmersos en una cámara de vacío a baja presión [1]. Los mismos resultan muy atractivos debido a la alta tasa de crecimiento y a las propiedades de los films depositados. La combinación con la nitruración por plasma de la superficie previo al recubrimiento se conoce como proceso dúplex. El tratamiento de nitruración iónica previo al recubrimiento generalmente aumenta la dureza de la superficie y le otorga un mejor soporte mecánico [2]. Entre los recubrimientos duros, el más popular y el de la primera generación es el TiN debido a que combina excelentes propiedades frente al desgaste y a la corrosión. De segunda generación, son los recubrimientos de TiCN y TiAlN, que tienen una dureza extremadamente elevada y buena tenacidad. El TiCN es especialmente resistente al desgaste y su bajo coeficiente de fricción proporciona una buena protección económica mecanizado de roscas, punzonado con carga elevada y aplicaciones de conformado metálico. Por otro lado, el TiAlN brinda una excelente protección contra el desgaste abrasivo y erosión [3]. En cuanto a su resistencia a la corrosión no se cuenta con suficiente información por lo que es todavía un tema en estudio.

En este trabajo se estudia la resistencia a la corrosión de films delgados bicapas de Ti/TiN, de Ti/TiCN y de Ti/TiAlN crecidos por CA sobre sustratos de acero AISI 4140 templado y revenido con previo tratamiento de nitruración iónica de la superficie. Se estudió la resistencia a la corrosión mediante ensayos electroquímicos y los resultados se comparan con la muestra patrón, en este caso el acero AISI 4140 nitrurado.

Los recubrimientos de TiN y TiCN se realizaron a 300°C en un equipo experimental del INFIP (UBA-CONICET), mientras que los recubrimientos de TiAlN se realizaron en dos condiciones diferentes: también a 300°C, pero con y sin implantación de iones usando una fuente de 6 kv, en el mismo equipo.

Los ensayos electroquímicos se llevaron a cabo a temperatura ambiente y presión atmosférica en una celda de tres electrodos utilizando como electrolito cloruro de sodio al 3.5% p/p. Como referencia se utilizó un electrodo de calomel saturado (SCE) y como contra-electrodo, un alambre de platino. La velocidad de barrido de potencial en los ensayos fue de 1 mV/seg y el límite superior de corriente se estableció en 500 µA. A futuro se propone realizar ensayos de corrosión atmosférica (cámara de niebla salina) y también ensayos de inmersión en HCl 1% v/v.

Los espesores fueron calculados por diferencia de masas y se estima que todos los recubrimientos poseen un espesor aproximado de $\approx 2 \mu\text{m}$ y además se observó en un corte un crecimiento columnar.

En cuanto a los ensayos de polarización se observó que el barrido anódico tanto de los recubrimientos como de la muestra patrón presentaron tendencias comparables como puede verse en la Figura 1 donde se muestran curvas representativas para cada caso.

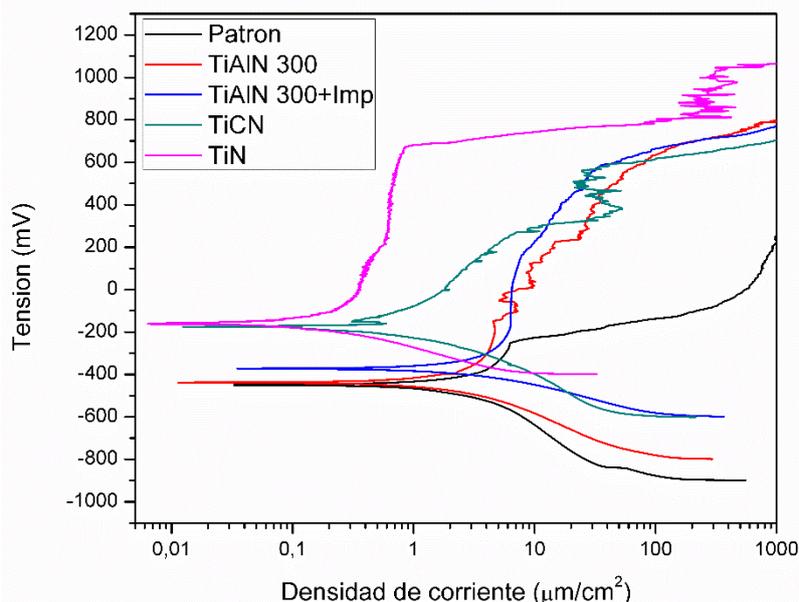


Figura 1: Curvas de polarización anódicas y catódicas del acero 4140 Patrón y recubiertas.

En la Tabla 1 se muestran los potenciales de corrosión y de ruptura tanto de la muestra patrón como de las recubiertas. En primer lugar, se puede observar que todos los recubrimientos tuvieron un mejor comportamiento respecto a la muestra patrón. Entre los dos tipos de recubrimientos de TiAlN, no se observa una diferencia significativa ya que ambos presentan una amplia zona pasiva y un elevado potencial de ruptura a partir del cual la densidad de corriente crece lentamente. Si bien el ΔE del TiN es menor que el del TiAlN, la diferencia no es significativa (~ 200 mV). La zona pasiva del TiN presenta mayor pendiente que los demás y se ubica en dos órdenes menor de corriente a iguales potenciales aplicados. Si bien, ambos recubrimientos presentan mayor resistencia a la corrosión que el TiCN, se concluye que el mejor se comporta es el TiN.

Muestra	E_{corr} [mV]	E_{rup} [mV]	ΔE ($E_{rup}-E_{corr}$)
Patrón	-450	-251	199
TiAlN 300	-437	637	1074
TiAlN 300+ Imp	-375	668	1043
TiCN	-176	588	764
TiN	-160	681	841

Tabla 1: Potenciales de corrosión, potenciales de ruptura y diferencias de potencial.

Con respecto a la morfología de daños al observar las muestras en el microscopio, en todos los casos se observan pits de corrosión, mientras que en las únicas muestras que se observa corrosión generalizada además de los pits, es en las de TiCN. Esto coincide con el comportamiento anódico y permite concluir que el recubrimiento TiCN se disuelve con mayor facilidad que el TiN y TiAlN.

Agradecimientos: Amado Cabo y Esteban Karges, de Ionar S.A. por la nitruración de las probetas.

Referencias

- [1] Anders, A. (2009). Cathodic arcs: from fractal spots to energetic condensation (Vol. 50). Springer Science & Business Media.
- [2] Deng, Y., Tan, C., Wang, Y., Chen, L., Cai, P., Kuang, T. & Zhou, K., Lei, S., Zhou, K. (2017). Effects of tailored nitriding layers on comprehensive properties of duplex plasma-treated AlTiN coatings. *Ceramics International*, 43(12), 8721-8729.
- [3] A. Raveh, I. Zukerman, R. Shneck, R. Avni, I. Fried. Thermal stability of nanostructured superhard coatings: A review. *Surf. Coat. Technol.* 201 (2007) 6136-6142.