

Nitruración iónica de aceros inoxidables martensíticos

Corengia, P. ⁽ⁱ⁾; Egidi, D. ⁽ⁱ⁾; Quinteiro, M. ⁽ⁱ⁾; Ybarra, G. ⁽ⁱⁱ⁾; Moína, C. ⁽ⁱⁱ⁾; Cabo, A. ⁽ⁱⁱⁱ⁾.

⁽ⁱ⁾ Centro de Investigación y Desarrollo en Mecánica (CEMEC)

⁽ⁱⁱ⁾ Centro de Investigación y Desarrollo en Electrodeposición y Procesos Superficiales (CIEPS)

⁽ⁱⁱⁱ⁾ Ionar S. A.

1.- INTRODUCCIÓN

Los aceros inoxidables son empleados generalmente como materiales de ingeniería debido a su resistencia a la corrosión, no obstante en algunas aplicaciones presentan problemas por su baja resistencia al desgaste y limitado comportamiento tribológico. Debido a esa situación, existe interés en mejorar las propiedades de superficie mediante tratamientos termoquímicos asistidos por plasma, principalmente a través de nitruración iónica^[1,2,3].

En la presente investigación se nitruró por plasma un acero inoxidable martensítico del tipo AISI 410 con el objeto de evaluar su respuesta frente a la nitruración iónica. Se discuten y analizan las estructuras metalúrgicas obtenidas, los perfiles de microdureza y la topografía de las muestras tratadas con diferentes estructuras y bajo diferentes temperaturas de proceso.

2.- MATERIALES Y METODOS

El material empleado en este trabajo es un acero AISI 410. Se emplearon sustratos con estructuras diferentes: recocido de globulización (A) y templado y revenido (QT).

La nitruración por plasma dc-pulsada se realizó en un equipo industrial desarrollado por la empresa Ionar S.A. bajo diferentes temperaturas de proceso: 400 y 500°C. Las microestructuras y las capas de compuestos fueron analizadas por difracción de rayos X (XRD), microscopía electrónica de barrido (SEM), microscopía óptica y microscopía de fuerza atómica (AFM). La microdureza fue determinada en función de la profundidad, desde la superficie al interior mediante un microdu-

rómetro Vickers utilizando cargas de 25, 50 y 100 g.

3.- RESULTADOS Y DISCUSION

3.1.- Microdureza

En la Fig.1 se observan los perfiles de microdureza obtenidos en los sustratos A nitrurados a temperaturas de 400 y 500°C.

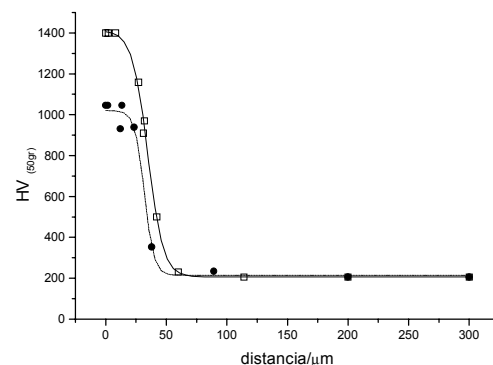


Fig. 1. Perfiles de microdureza de las muestras A, nitruradas a 400°C (□) y nitruradas a 500°C (●).

La máxima dureza en la superficie fue obtenida en la muestra A nitrurada a una temperatura de 400°C.

La capa nitrurada involucra la difusión de N y la precipitación de nitruros aleados. Estos dos procesos afectan el perfil de dureza de la capa endurecida. En el caso de la nitruración de aceros aleados, luego del tratamiento de nitruración se consigue en la superficie altos valores de dureza (aprox. 1000 HV) con interfaces abruptas. Este es el caso del acero AISI 410, el cual contiene aprox. 13 % de Cr, y al ser este elemento un fuerte formador de nitruros, se produce una capa de alta dureza

con una interfase abrupta debido a la precipitación de nitruros en el frente de nitruración^[4].

3.2.- Capa endurecida

La figura 2 muestra la microestructura obtenida en la probeta nitrurada a 500°C. En la misma se observa una capa nitrurada uniforme de aproximadamente 30 µm de espesor en una matriz correspondiente al sustrato A.

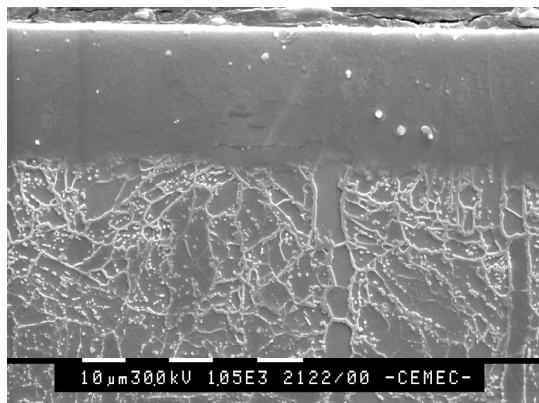


Fig. 2. Micrografía electrónica de barrido de la sección de una muestra A nitrurada a 500°C.

En las muestras nitruradas a 400°C se evidenció una capa endurecida de aspecto claro (frente al ataque metalográfico con el reactivo Vilella) de aproximadamente 30µm de espesor, donde los nitruros formados han crecido preferencialmente a lo largo de los bordes de grano.

Los difractogramas de rayos X de las muestras tratadas a 400° y 500°C no presentan diferencias en las fases encontradas: CrN, γ -Fe₄N y Fe-α.

3.3.- Topografía

Con el objeto de investigar la influencia de la temperatura de nitruración en la rugosidad superficial, se realizaron estudios por AFM de muestras sin tratamiento y nitruradas a 400 y 500°C durante 20 h.

La superficie de la probeta sin tratamiento presenta una morfología típica del resultado de la preparación de la superficie. La rugosidad media calculada por AFM que corresponde a la superficie de la muestra sin tratar es 32 nm y la altura máxima pico-valle es 150 nm. Después de nitrurar 20 h a temperaturas de 400 o de 500°C no se observan las marcas originales y aparecen microformaciones o *droplets*. Para el tratamiento de 400°C, la rugosidad media aumentó a 390 nm y la máxima diferencia de altura pico-valle a 760 nm, mientras que para las muestras nitrura-

das a 500°C la rugosidad media se incrementó a 504 nm y la máxima diferencia de altura pico-valle a 930 nm. Durante el proceso de nitruración por plasma, la superficie de las muestras están sometidas al proceso de *sputtering* y redeposición que modifican su topografía^[5]. La formación de *droplets* durante la nitruración por plasma parece estar comprendida por dos etapas: nucleación y crecimiento. Este es un proceso activado térmicamente, por lo tanto a mayores temperaturas de nitruración resulta una mayor rugosidad media y mayor tamaño de microformaciones, lo que es consistente con las mediciones efectuadas a muestras tratadas a 400 y 500°C

4.- CONCLUSIONES

Los tratamientos de nitruración efectuados durante 20 h a 400 y 500°C producen una dureza superior a 1000 HV en la superficie y perfiles con interfases abruptas debido a la rápida precipitación de CrN en el frente de nitruración^[4]. El máximo efecto de endurecimiento fue obtenido en las muestras nitruradas a 400°C (1400 HV). El espesor de capa nitrurada para ambos tratamientos fue de aproximadamente 30 µm y las muestras tratadas a 400°C presentaron una mayor densidad de fisuras y nitruros formados preferencialmente en los bordes de grano. A mayores temperaturas de nitruración resulta una mayor rugosidad media y tamaño de microformaciones.

5.- AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración del Laboratorio de Procesamiento de Materiales por Plasma de CNEA-CAC, a Guillermo Cozzi por el análisis de XRD en los laboratorios de Segemar y al Laboratorio de Materiales de la FI-UBA. Este trabajo fue financiado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

6.- REFERENCIAS

- [1] M. Samandi, B.A. Shedden, D.I. Smith, G.A. Collins, R. Hutchins, S. Tendys, Surf. Coat. Technol. **59** (1993) 261.
- [2] E. Rolinski, Surf. Eng. **3** (1) (1987) 35.
- [3] Z. L. Zhang, T. Bell; Surf. Eng. **1** (2) (1985) 131.
- [4] O. Knotek, et al., Proc. 1st Intern. Conf. Surf. Eng., Brighton, England, 25-28 June, 1985.
- [5] A. Wells, I.Le, R. Strydom, Surf. Eng., **2** (1986) 263.

Para mayor información contactarse con:

Pablo Corengia – surfaces@inti.gov.ar

[Volver a página principal](#) ◀