

TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE BORIZACIÓN SOBRE ACERO INOXIDABLE CF3M EMPLEADO EN EQUIPOS PARA EL PROCESO ZINCALUME

Kang Kyung W.¹, Lemos Barboza Adriana L.¹, Sarutti José L.²

¹ Laboratorio de Investigaciones de Metalurgia Física "Ing. Gregorio Cusminsky" (LIMF), Facultad de Ingeniería, UNLP, Calle 1 y 47, 1900 La Plata, Argentina.

² Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica (LEMIT), CIC Pcia. Bs. As., Calle 52 entre 121 y 122, 1900 La Plata, Argentina.

E-Mail: adriana.kang@ing.unlp.edu.ar

Palabras claves: Acero inoxidable austenítico fundido, Zincalume, Borización

INTRODUCCIÓN

En las plantas de elaboración de chapas de acero con cubierta de Zincalume (55%Al-Zn), se utiliza un proceso continuo que consiste en una serie de pasos dentro de los cuales se destacan la limpieza y el calentamiento en una atmósfera de gas para la preparación de la superficie. Seguidamente, éstas son introducidas en una cuba conteniendo Al-Zn líquido a 640°C, a partir de equipos que constan de mecanismos cuyas piezas sumergidas mantienen la chapa inmersa durante todo el proceso. Cualquier equipo sumergido en el baño es normalmente fabricado de acero inoxidable 316L (CF3M) o de una aleación similar capaz de resistir el ataque por el metal fundido.

Sin embargo, el proceso continuo de recubrimientos de chapas de acero con Zincalume ha incrementado los procesos de disolución y desgaste de las piezas en contacto con esta aleación debido a que se encuentran sujetos a un ataque corrosivo por parte del material del baño fundido, a un ataque abrasivo de las partículas duras de intermetálicos formadas dentro del baño y a la adherencia de óxidos en la superficie de las partes sumergidas.

En la línea continua de recubrimiento por inmersión en caliente, el ataque de los componentes del baño impide su buen funcionamiento, siendo la deformación de las piezas el principal inconveniente. Estos equipos al estar expuestos a la disolución por el metal fundido pierden sus dimensiones originales, debido a la adherencia de intermetálicos formados dentro del baño a causa de la baja tensión superficial, disminuyendo así severamente la calidad del recubrimiento aplicado a las chapas de acero y dando lugar en casos severos a la inutilización de los mismos, requiriendo frecuentes cambios de los equipos, los cuales resultan de gran costo [1-6]. Estos inconvenientes han impulsado la necesidad de desarrollar tratamientos superficiales que permitan la ampliación de la vida útil de las partes afectadas.

La borización es un tratamiento superficial termoquímico; en el cual se combinan las acciones térmica y química con el fin de cambiar la composición química, estructura y propiedades de la capa superficial de un metal o de una aleación. Este tratamiento se produce como resultado de la saturación por difusión del boro en un medio activo saturado a una temperatura determinada [7].

El objetivo de este trabajo se centra en la caracterización de un tratamiento de borización realizado con una mezcla de CB_4 - FB_4K - $CaSi$, en el cual se determinaron las propiedades de la capa borizada y la presencia de Fe_2B ya que según Ozdemir y otros [8] es más deseable su formación que la de otros tipos de boruros. Los estudios se llevaron a cabo mediante microscopía óptica y electrónica de barrido, microdureza y espectroscopía Mossbauer [9].

PARTE EXPERIMENTAL

Para el desarrollo de este trabajo se obtuvieron muestras circulares de acero inoxidable del tipo AISI 316L (CF3M) mediante moldeo y colada, las cuales posteriormente fueron mecanizadas y cortadas hasta obtener un diámetro de 50mm y un espesor de 10mm.

El tipo de tratamiento de borización utilizado en este trabajo fue el de medio sólido, más comúnmente denominado tratamiento en caja, y se realizó con una mezcla de 30%CB₄-20%FB₄K-50%CaSi con un tamaño de partícula de 200µm. El tratamiento superficial se llevó a cabo mediante un calentamiento en mufla durante 9 hs. a 1000 °C.

Para el análisis por microscopía óptica y electrónica de barrido y microdureza se cortaron dos probetas de las muestras circulares tratadas de 100mm por 100mm por 10mm de espesor. Luego del corte se realizó el montaje por inclusión en un polímero y a continuación se procedió a lijar las probetas con lijas de sucesivas granulometrías y se terminó la preparación mediante un pulido con paño diamantado de 1 µm. El ataque químico para revelar la microestructura se realizó con un reactivo compuesto por ácido clorhídrico, ácido nítrico y ácido pícrico.

Para la caracterización por espectroscopía Mossbauer de electrones de conversión (CEMS), se cortó una muestra de 20mm por 20mm y se procedió a lijar la superficie con una lija de granulometría #220. La información de CEMS proviene de la capa más externa, de unos 200 nm de espesor. La adquisición del espectro se realizó durante cinco días.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La siguiente micrografía muestra la estructura obtenida tras el tratamiento realizado.

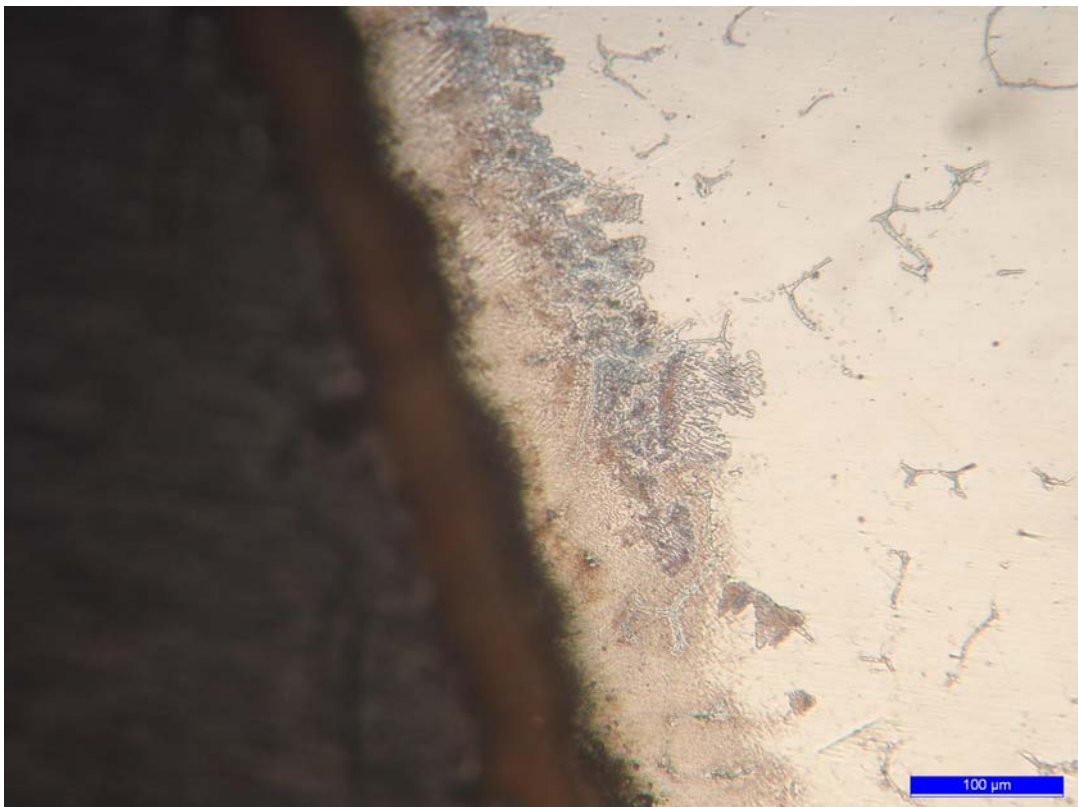


Fig. 1. Imagen de microscopía óptica de una vista transversal de una probeta a una magnificación de 20X.

En el estudio metalográfico se puede observar que la probeta presenta una capa modificada con respecto a la microestructura del metal base, el cual presenta una matriz austenítica con lagunas de ferrita, y que la capa tiene un espesor que no es uniforme.

A partir de la imagen obtenida mediante microscopía electrónica de barrido se puede determinar que la morfología de la capa modificada no muestra la estructura característica en forma de diente de sierra que se obtiene en los tratamientos de borización [7-8].

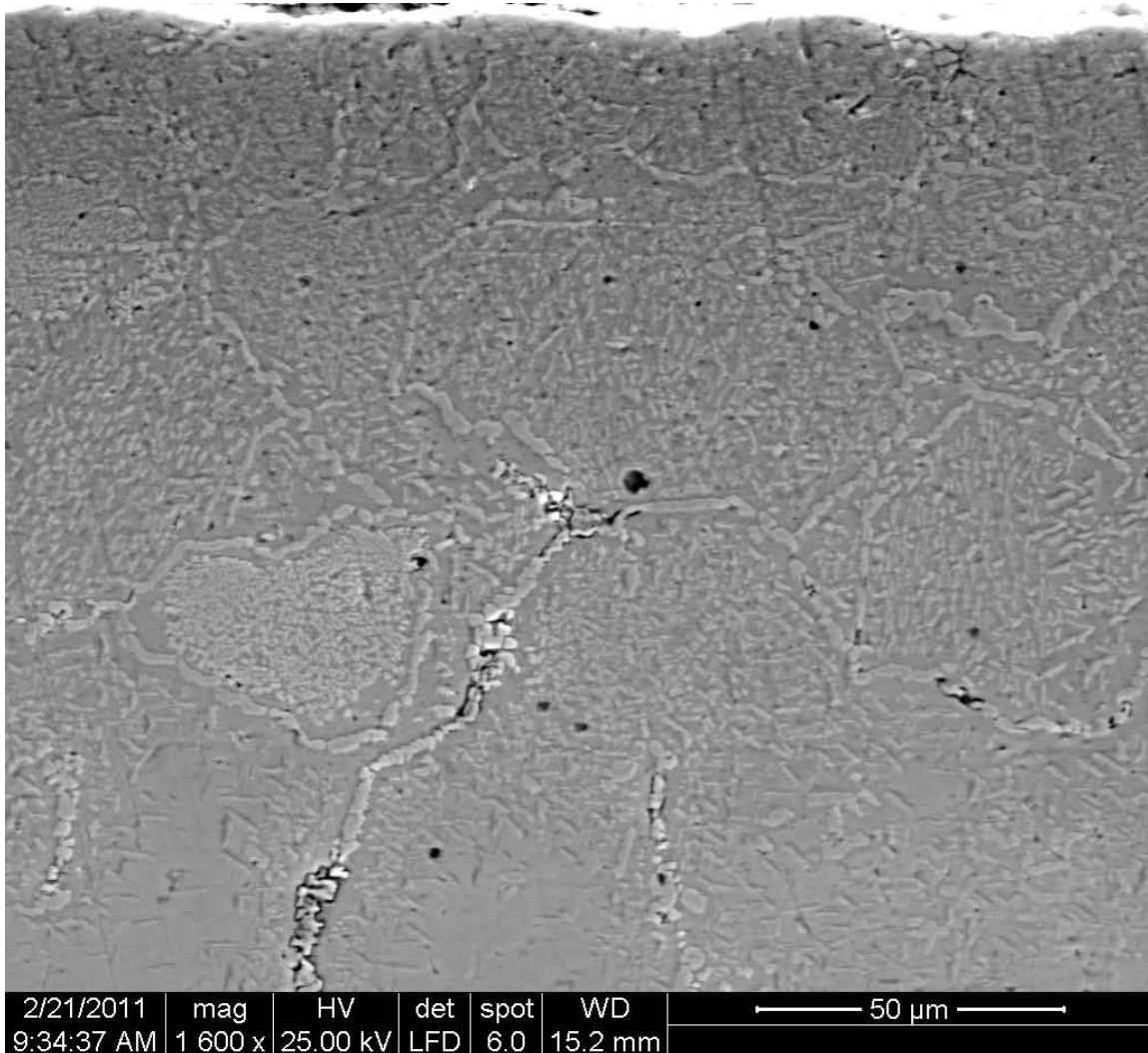


Fig. 2. Imagen de microscopio electrónico de barrido de la muestra tratada superficialmente.

A continuación se presenta el espectro dispersivo en energías obtenido.

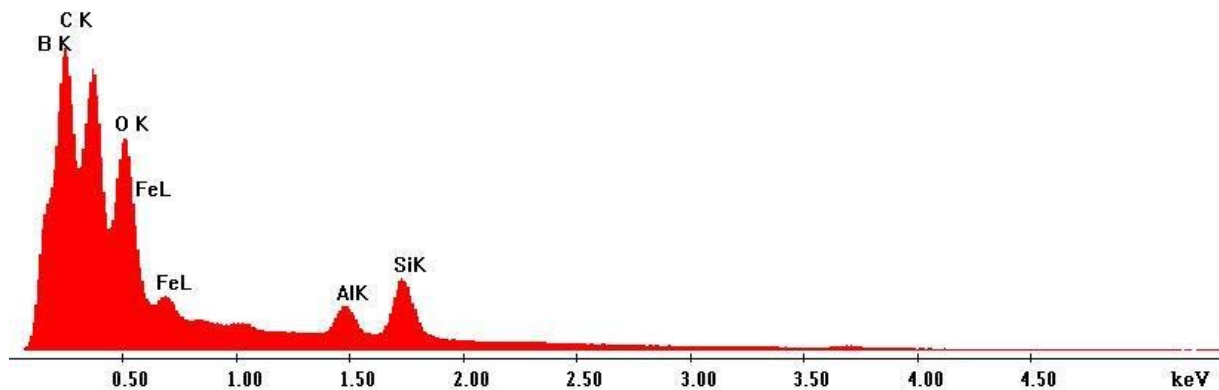


Fig. 3. Espectro dispersivo en energías de la muestra tratada superficialmente obtenido a un potencial de 5 kV.

Se obtuvieron tres espectros a distintos voltajes de operación (5, 10 y 25 kV) pero el boro sólo se detecta en el espectro de 5kV. Esto pone de manifiesto que su incorporación fue muy superficial.

El valor de microdureza obtenido a partir de un promedio de diez medidas realizadas fue de 414 HV. Este valor es mucho menor que el mencionado en la bibliografía [7]; no obstante, existe un aumento de la dureza con respecto al metal sin tratamiento (220 HV).

En el espectro CEMS que se muestra a continuación, se puede observar un sextuplete que se podría atribuir a la formación de boruros en distintas concentraciones. En espectroscopía Mossbauer, los parámetros hiperfinos de los carburos de hierro son muy similares a los de los boruros de hierro. No obstante, tanto el corrimiento isomérico (0.20 mm/s) como el campo hiperfino medio (28T), son más cercanos a los que dan los sistemas Fe-B que las soluciones Fe-C.

Sin embargo, en este caso no se puede determinar con precisión la presencia de Fe_2B a partir de los resultados obtenidos, debido a que el tratamiento de borización no presenta las características y propiedades que se mencionan en bibliografía, los cuales fueron comprobados con los distintos estudios realizados en este trabajo.

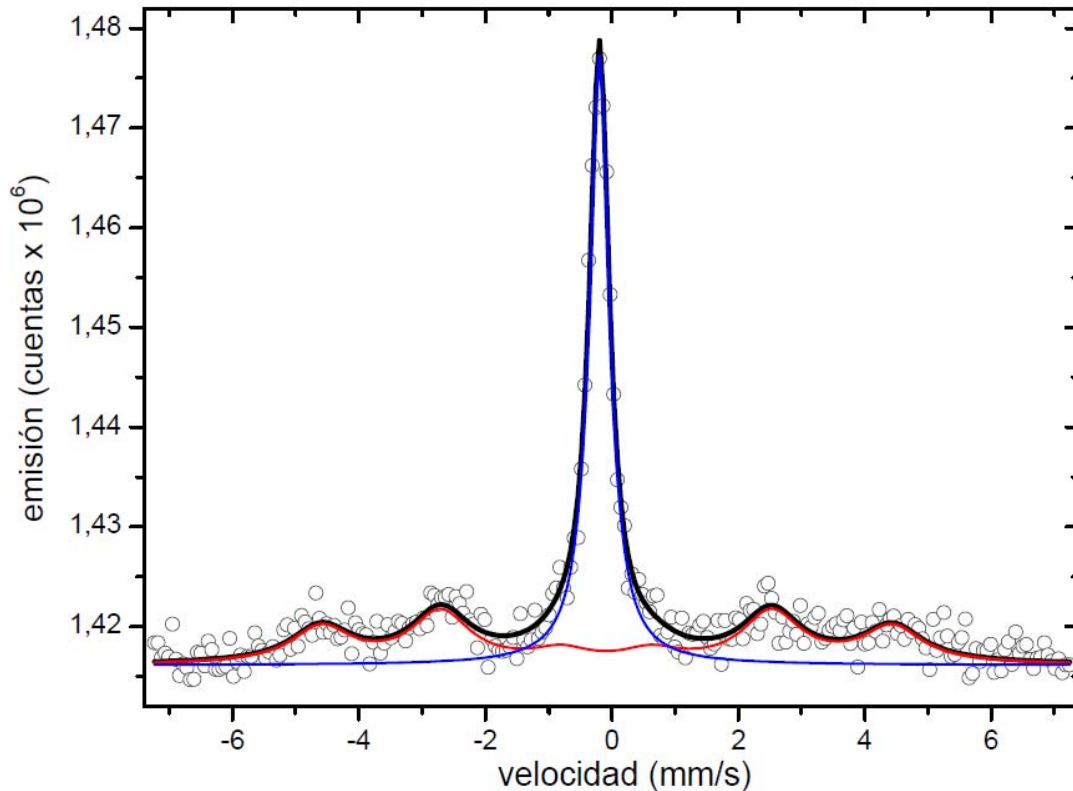


Fig. 4. Espectro CEMS

CONCLUSIONES

El tratamiento superficial termoquímico realizado con una mezcla de 30%CB₄-20%FB₄K-50%CaSi, no resultó satisfactorio para la aplicación mencionada en este trabajo. No se lograron alcanzar las propiedades y características que se obtienen de un tratamiento de borización, aunque se pudo corroborar la incorporación de boro en el metal base mediante la caracterización realizada.

La propuesta para un trabajo posterior es realizar cambios en las composiciones de las mezclas para así obtener una capa borizada con las propiedades mencionadas en bibliografía.

Bibliografía

- [1] ASM Metals Handbook Volume Desk Edition 1998, Page 885.
- [2] Normas ASTM A351, A743, A 123.
- [3] ASM Metals Handbook Volume 5 Surface Engineering, Continuous Hot Dip Coatings.
- [4] Dissolution and Diffusion Characteristics of 316L Stainless Steel in Molten Zinc Containing Variable Concentrations of Aluminum, Mark A. Bright Department of Mechanical and Aerospace Engineering Morgantown, West Virginia 2007.
- [5] Material Evaluation of Liquid Metal Corrosion in Zn-Al Hot-Dip Coating Baths. Matthew L. Burris Department of Mechanical and Aerospace Engineering Morgantown, West Virginia 2000.
- [6] Development of Improved Materials for Continuous Steel Hot-Dipping Processes Period Covered by Project April 1, 2001 – June 30, 2005.

- [7] Boración de Aceros, Tesis Doctoral Milagrosa González Fernández de Castro Ingeniero Industrial. Director de Tesis Víctor Manuel Blázquez Martínez Doctor Ingeniero Industrial 1999.
- [8] O. Ozdemir, M. Usta, C. Bindal, A.H. Ucisik, Hard iron boride (Fe₂B) on 99.97 wt% pure iron, Vacuum 80 (2006) 1391-1395.
- [9] Mossbauer Spectroscopy. A. Vértes, L. Korecz, K. Burger. Elsevier, Amsterdam, 1979.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Roberto Mercader por su colaboración en la obtención, ajuste y análisis del espectro Mossbauer.

Al Servicio de Microscopía Electrónica de Barrido Analítica del LIMF.