

**EFFECTO DEL APORTE TERMICO SOBRE LA RESISTENCIA AL DESGASTE  
ABRASIVO DE RECUBRIMIENTOS SUPER DUROS**

**Jonathan Gramajo<sup>(1)</sup>, Natasha Nesteruk<sup>(1)</sup>, Agustín Gualco<sup>(1-2)</sup>, Hernán Svoboda<sup>(2-3)</sup>**

<sup>(1)</sup> Instituto en Ciencia y Tecnología de los Materiales (ICyTM), Facultad de Ingeniería UNLZ, Buenos Aires, Argentina

<sup>(2)</sup> CONICET, Av. Godoy Cruz 2290, C.A.B.A., Argentina.

<sup>(3)</sup> GTSyCM3, INTECIN, Facultad de Ingeniería - UBA. Av. Las Heras 2214 (1427), CABA, Argentina

\*Correo Electrónico (Jonathan Gramajo): [nahuel\\_jona@yahoo.com.ar](mailto:nahuel_jona@yahoo.com.ar)

## 1. RESUMEN

En la actualidad, se han desarrollado, aleaciones base Fe aleadas con niobio, molibdeno, tungsteno que en combinación con boro y carbono generan una alta resistencia al desgaste debido a la precipitación de fases duras en una matriz  $\alpha$ -Fe que optimiza sus propiedades [1]. Es importante remarcar, que todas estas excelentes características pueden ser disminuidas durante su aplicación. La velocidad de soldadura es un factor importante en la productividad de aplicaciones de recargues duros. Altas velocidades de deposición, bajas diluciones y elevadas durezas son los requerimientos básicos para maximizar los costos de aplicación [2]. Lai et. al. [3] han estudiado sistemas aleados Fe-Cr-C y encontraron que los cambios en el procedimiento de soldadura produjeron cambios en la composición química del metal depositado y en la solidificación variando su microestructura y en consecuencia sus propiedades mecánicas. En depósitos de aleaciones nanoestructuradas se ha observado que las probetas que presentan menor dilución y mayores velocidades de enfriamiento mostraron estructuras más finas y duras. Sin embargo, la información disponible sobre la soldadura de los nuevos sistemas multicomponentes base Fe es escasa, por lo que resulta relevante conocer cómo diferentes aportes térmicos modifican la composición química y otros aspectos del metal depositado. El objetivo de este trabajo fue analizar la influencia del calor aportado; la dilución; la evolución microestructural y la dureza y desgaste de depósitos nanoestructurados base Fe.

El consumible empleado fue un alambre tubular “flux cored” de 1,6 mm de diámetro, depositado mediante el proceso semiautomático de soldadura con protección gaseosa, en forma mecanizada. Los parámetros de soldadura empleados se pueden ver en la tabla 1, así como la identificación empleada y La longitud libre del alambre fue de 18 mm en todos los casos. El gas de protección utilizado fue una mezcla de Ar-20CO<sub>2</sub>. La tensión y corriente se seleccionaron con el fin de obtener un arco estable y con pocas salpicaduras. Se soldó una capa de 4 cordones para las probetas 1 y 2,5 y de 5 y 7 cordones para las probetas 5 y 12.

**Tabla 1.** Parámetros de soldadura. Identificación de muestras

<b>Identificación</b>	<b>Tensión [V]</b>	<b>Corriente [A]</b>	<b>Velocidad soldadura [mm/s]</b>	<b>Calor aportado [kJ/mm]</b>
1	26	200	1,3	4,0
2,5	26	200	2,5	2,0
5	26	200	5	1,0
12	26	200	12	0,4

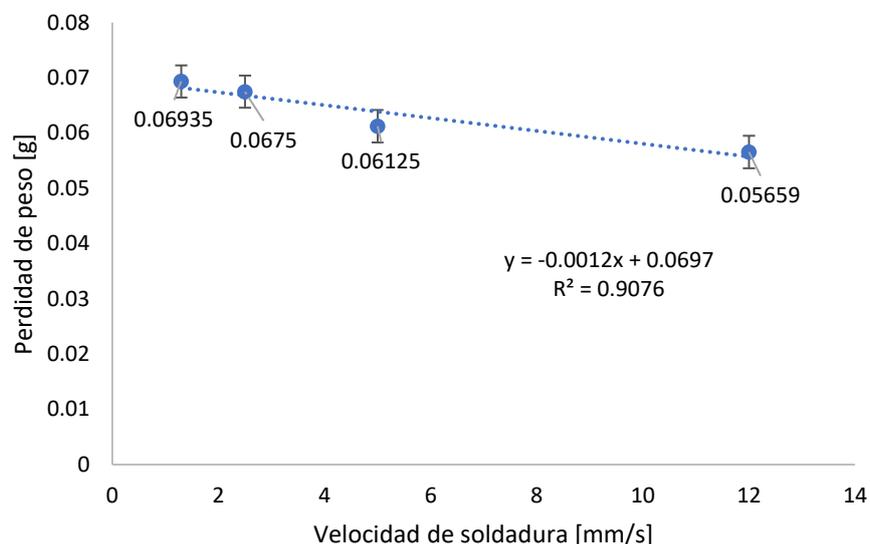
Se caracterizó la microestructura mediante microscopía óptica y electrónica de barrido. Se realizaron cortes transversales y perfiles horizontales de microdureza Vickers (HV) a 1 mm de la superficie de los depósitos soldados, se promediándose los valores obtenidos. Ensayos de desgaste abrasivo según norma ASTM G-65, método A. Carga aplicada 130 N, distancia recorrida 6000m y arena AFS 70/50.

El material depositado presentó una alta concentración de elementos de aleación, dentro del sistema Fe-(Nb,Cr-Mo-W)-(C,B). La composición química de la aleación está diseñada con el fin de tener una gran habilidad para la formación de fases eutécticas-eutectoides, logrando un gran subenfriamiento antes de la solidificación promoviendo el desarrollo de estructuras finas.

La microestructura estuvo formada por carburos de niobio, carboboruros alargados  $(FeCr)_2(BC)$  en forma de listones y una fase eutéctica formada por láminas planas y globulares de precipitados del tipo  $(FeCr)_{23}(BC)_6$  y  $\alpha'$ -Fe. Se observó que el ancho promedio de los carboboruros  $(FeCr)_2(BC)$  presentó una disminución de  $16 \mu m$  a  $6 \mu m$  con el incremento de la velocidad de soldadura. La distancia promedio entre los carburos disminuyó de  $50 \mu m$  a  $10 \mu m$  y el tamaño del clúster disminuyó de  $34 \mu m$  a  $15 \mu m$ , para las muestras soldadas de 1 a 12 mm/s, respectivamente.

Entre la probeta 1 y la 12 se observó una curva con menores variaciones respecto a la media a medida que aumentó la velocidad de soldadura. En todos los casos se pudo ver que los valores promedio de dureza de los cordones fueron de entre 960 y 1350 HV2, siendo mayor para el último cordón. Esto estaría asociado con la disminución de la dilución promoviendo la formación de fases duras. La microdureza del carboboruro  $(FeCr)_2(BC)$  fue de 1472 HV y el WC fue de 2032 HV.

En la figura 1 se muestran las medidas de pérdida de peso en función de la velocidad de soldadura. Se promediaron 3 probetas por punto.



**Figura 1.** Relación entre la pérdida de peso y velocidad de soldadura.

En el ensayo de desgaste se observó un buen ajuste de los datos experimentales, mostrando una variación lineal entre pérdida de peso y velocidad de soldadura ( $R^2 > 0,9$ ). Las muestras que tuvieron la mayor velocidad de soldadura presentaron una reducción del 20% respecto a las de menor velocidad. Esto estaría relacionado con una mayor cantidad de fases duras. Además, es interesante observar que una gran variación del calor aportado (1000 %) produjo un leve cambio en la resistencia al desgaste.

## 2. REFERENCIAS

1. S. Merrick, D. Kotecki, *et al.* "Materials and applications - Part 2. Welding Handbook". American Welding Society. 1998.
2. G. Heath, "Nanotechnology and Welding – Actual and possible future applications". Proceedings of the CASTOLIN-EUTECTIC SEMINAR, Brussels: Belgium, 2006: 25-35.
3. Lai, H.-H., Hsieh, C.-C., Wang, J.-S., Lin, C.-M., & Wu, W. (2015). The Effect of Oscillating Traverse Welding on Performance of Cr-Fe-C Hardfacing Alloys. Metallurgical and Materials Transactions A, 46(11), 5171–5181.

## 3. TOPICO:

**SAM:** 2. Fundición, solidificación y soldadura

## 4. TIPO DE PRESENTACIÓN SOLICITADA (ORAL O PÓSTER): O (oral)