

Difusión de Molibdeno y Silicio en superficies de acero.

A. Ángeles, Isaí Rosales y Jorge Uruchurtu Chavarín.

Centro de Investigación En Ingeniería y Ciencias Aplicadas CIICAp-UAEM, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, C. P. 62209, Cuernavaca, Morelos.

e-mail: alvaroa@uaem.mx

Introducción.

EL coeficiente de difusión de Molibdeno y Silicio esta determinada en función de la temperatura, así como fenómenos energéticos asociados en la microestructura del material, en este trabajo se reporta la difusión de estos elementos a temperatura de 873 K, de forma paralela la temperatura a la que se lleve a cabo el proceso depende del proceso de difusión D cuya ecuación esta determinada por:

$$D = D_0^P \exp \left[-\frac{Q^P (1 + \alpha s^2)}{RT} \right] \quad (1)$$

donde s es el radio de magnetización espontanea, T es a temperatura absoluta 0 K, α es un factor de difusión correspondiente a 0.074 para la difusión de molibdeno en superficies de acero; el estudio de la difusión de Mo y Si es de vital importancia ya que mejora las propiedades de los aceros sin embargo queda por entender la manera en que se difunden en función de la temperatura

Objetivo.

Estudiar la capa difusiva generada por la activación del Molibdeno y Silicio sobre la superficie en acero comercial AISI-1018.

Metodología.

El proceso llevado a cabo para el estudio de difusión del molibdeno y silicio se realizo con la preparación de cuatro muestras de acero al carbón clase 1018 de 1 cm², posteriormente se preparo un mezcla homogénea de 50 g de Si y 50 g de Mo con pureza al 99.999% respectivamente, la mezcla fue preparada a base de alcohol isopropilico.

Posteriormente se utilizo una mufla para el tratamiento térmico elevando la temperatura a 1K/min hasta 873 K, el estudio de la difusión es de vital importancia en el acero, esta difusión de elementos relacionados con la temperatura permite obtener mejores propiedades, por tal motivo para cada una de las cuatro muestras en la parte de en medio se coloco la mezcla homogénea de Mo-Si y fueron cubiertas con dos placas de acero de 1 cm², posteriormente fueron tratadas térmicamente a 6 , 12 , 18 y 24 horas, respectivamente con el fin de medir el fenómeno de difusión en la superficie en función del tiempo y la temperatura empleada.

Cada una de las muestras fueron cortadas y posteriormente encapsuladas con resina epoxica, posteriormente fueron pulidas a espejo iniciando con lija grado 80 hasta 2500, finalizando con el pulido espejo con paño y alúmina de 1 μm.

Las muestras fueron atacadas químicamente con Nital 1, posteriormente fueron llevadas al microscopio óptico, a una amplificación de 20X fueron tomadas las micrografías para cada una de las cuatro muestras tratadas. Posteriormente se analizaron las muestras para medir la difusión del Mo-Si en la superficie del metal.

Resultados.

Para la difusión unidimensional en la superficie de un volumen cuya difusión es infinita dependiente de la temperatura se da una aproximación con la segunda ley de Fick cuya ecuación se denota por:

$$I(X,t) \propto C(X,t) = \left[\frac{M}{\sqrt{\pi Dt}} \right] \exp\left(-\frac{X^2}{EDt}\right) \quad (2)$$

Donde $I(X,t)$ y $C(X,t)$ son respectivamente la intensidad de la radiación y la distancia de concentración a través de la superficie corresponde a X para una superficie después de la difusión en función del tiempo t , D es el coeficiente de difusión, y M es el total del volumen depositado en la superficie del metal por difusión.

Las micrografías mostradas en la figura 1, fueron tomadas en el microscopio óptico GX71, el cual se observa como la capa de difusión Mo-Si cuya dependencia es en función del tiempo y de la temperatura.

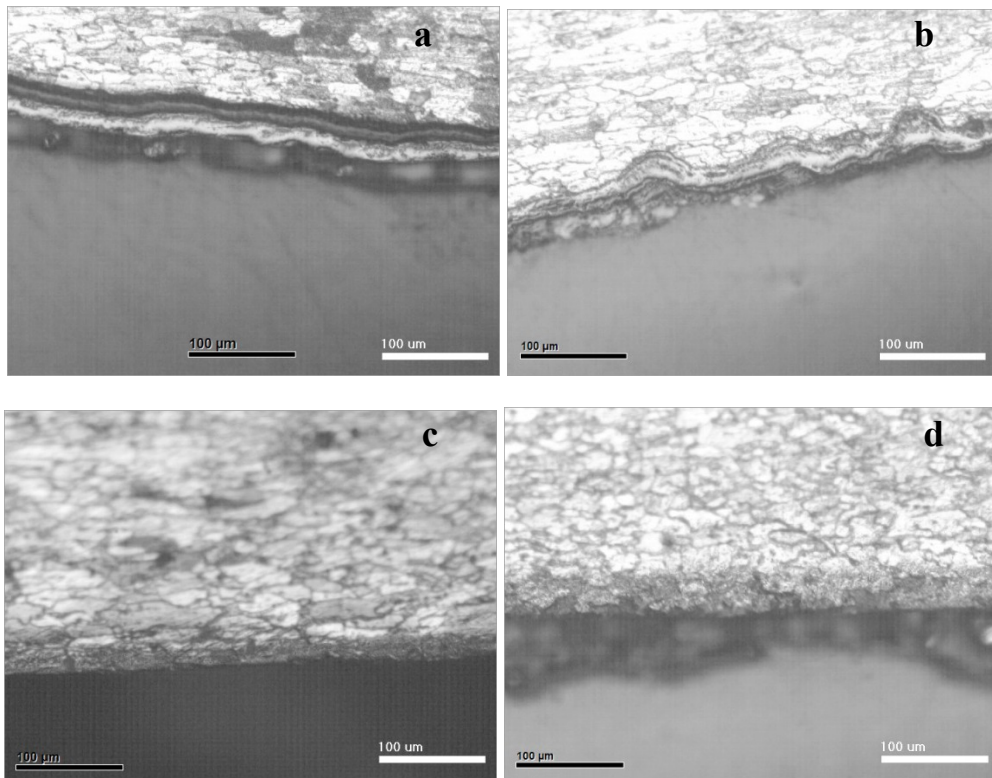


Fig. 1. Muestras tratadas térmicamente: a) 6 h, b) 12 h, c) 18 h y d) 24 h.

Las micrografías también nos permiten determinar con mayor exactitud el espesor de difusión, tal como es muestra en la figura 2, es evidente como el proceso de difusión es función del tiempo y la temperatura tal como lo afirma la 2ª ley de Fick.

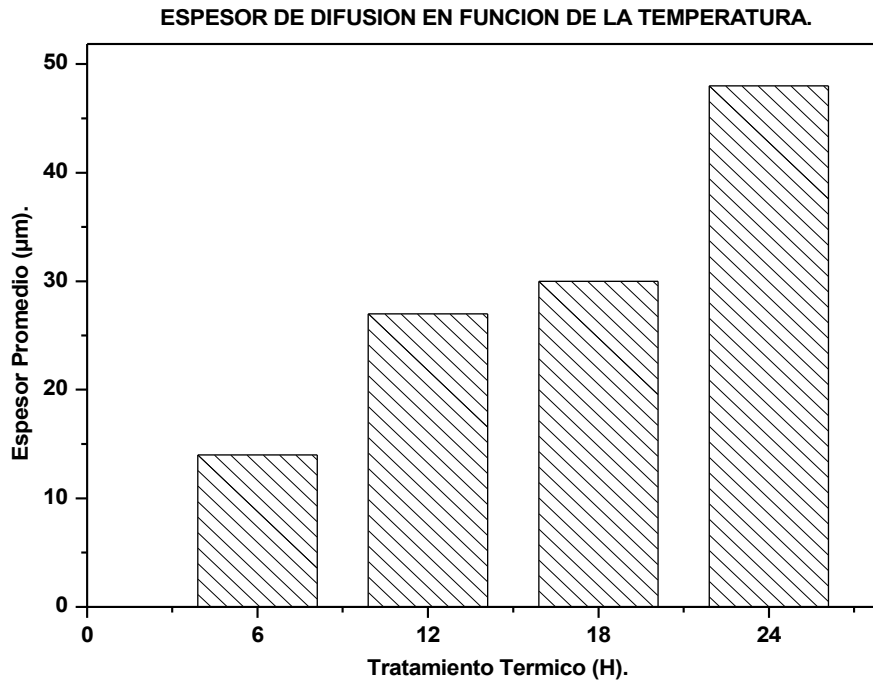


Fig. 2. Grafica de barras mostrando la relación y efecto de la temperatura en la capa formada de Mo-Si durante el tratamiento.

Cuando el tratamiento es a 6 h el espesor promedio es a 14 μm , al aumentar la temperatura el espesor promedio corresponde a 27 μm , cuando el tratamiento corresponde a 18 h, el espesor correspondiente es de 30 μm , esta tendencia es posiblemente a efectos energéticos de difusión y adsorción, sin embargo cuando el tratamiento es a 24 h se puede observar que la difusión es mas evidente, esto debido a aspectos energéticos en la microestructura.

Conclusiones.

Usando microscopia convencional se determino la difusión del Mo-Si en la superficie de acero AISI-1018 a temperatura de 873 K. La difusión del Mo-Si se da en dos etapas no en una como se esperaba. La temperatura depende del coeficiente de difusión del Molibdeno y Silicio respectivamente, esto debido a que existe difusión intergranular para bajo tiempo de tratamiento (6-12 h) y transgranular para altos tiempos de tratamiento. Actualmente se están llevando a cabo estudios de microscopia electrónica de barrido, realizando análisis en línea y mapeos. Para verificar la difusión del Mo y Si.

Referencias.

- [1] Kucˇera J, Straňsky K. Mater. Sci. Eng. 1982;52:1.
- [2] Austin CR, St. John CR, Lindsay RW. Trans. Met. Soc. AIME 1945;162:84.
- [3] Borisov VT, Golikov VM, Sherbedinskiy GV. Phys. Met. Metallogr. 1966;22:175.
- [4] H. Nitta, T. Yamamoto, R. Kanno, K. Takasawa, T. Iida, Y. Yamazaki, S. Ogu, Y. Iijim. Acta Materialia 50 (2002) 4117–4125.