Memorias XXXI Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica - 2016

Sociedad Mexicana de Electroquímica

Memorias del Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Electroquímica

ISSN: 2448 - 6191

CTS-P62

XXXI SMEQ Mayo de 2016
Monterrey, Nuevo León, México

ECS

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FIME
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

CIIIA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA AERONÁUTICA | UANL FIME

$$i = i_0 \cdot \left[\exp\left(\frac{\alpha_A nF}{RT}\eta\right) - \exp\left(-\frac{\alpha_C nF}{RT}\eta\right)\right] \quad R_p = \frac{\beta_a \beta_c}{2.3 I_{corr}(\beta_a + \beta_c)} \quad \nabla \times \vec{\mathbf{E}} = -\frac{d\vec{\mathbf{B}}}{dt} \quad E = E^0 + \frac{RT}{nF}\ln\frac{[\mathrm{Ox}]}{[\mathrm{Red}]} \quad \eta = b \cdot \log\left(\frac{i}{i_0}\right)$$

CINÉTICA DE OXIDACIÓN EN ALTA TEMPERATURA DE SUPERLACIÓN C-263, PARA ANILLOS DE FORJA SIN COSTURA EN LA INDUSTRIA AERONÁUTICA

CTS-P62

M. Montoya J.M. Taboada Solis[1], A. Martínez Villafañe[2]., C. Gaona Tiburcio[1]

P. Zambrano Robledo[1], F. Estupiñán L[1]. J. Cabral M[1]., F. Almeraya Calderón[1],

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Centro de Investigación e Innovación en Ingeniería Aeronáutica.

2 Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Chihuahua.

falmeraya.uanl.ciiia@gmail.com

RESUMEN

En la presente investigación se llevó a cabo el estudio cinético de la oxidación en alta temperatura de la superaleación C-263. Se llevó a cabo la limpieza de las muestras metálicas utilizando ultrasonido y posteriormente se trataron térmicamente utilizando la técnica de Análisis Termogravimétrico (TGA) a 3 diferentes temperaturas (800, 900 y 1000 °C) por 48 h. Las piezas tratadas térmicamente se caracterizaron por Microscopía Electrónica de Barrido con EDS para observar la formación de óxidos, así como su análisis químico. Se determinó que a 900 °C se obtuvo la mayor ganancia en peso, debido a la formación de un óxido protector.

Palabras Clave: superaleación, oxidación en alta temperatura, cinética de oxidación,óxido protector.

1. INTRODUCCIÓN

La industria aeronáutica y aeroespacial en México ha tenido un auge importante en los últimos años. Por lo anterior, existe un gran interés en el desarrollo y estudio de superaleaciones, que permitan obtener aeronaves resistentes mecánicamente y que sean capaces de soportar ambientes corrosivos a altas temperaturas.

Las superaleaciones son materiales constituidos por una mezcla de elementos. Son consideradas como un grupo de aleaciones de alto desempeño, diseñadas para satisfacer requerimientos muy estrictos de resistencia mecánica y resistencia a la degradación superficial en altas temperaturas de servicio, causada por fenómenos de corrosión y oxidación [1].

Las superaleaciones se dividen en tres grupos, de acuerdo a su aleante principal: hierro, níquel y cobalto. En particular, las superaleaciones base níquel se caracterizan por su alta resistencia a la corrosión en elevadas temperaturas. Por tal motivo, este tipo de materiales, se emplean con frecuencia en la fabricación de turbinas de gas y compresores para aeronaves.

Existen en el mercado un gran número de superaleaciones base níquel, como es el caso de la C-263 la cual contienen múltiples fases, en función de los elementos de aleación. La fase más prevalente en esta superaleación es la fase γ (gamma), con una estructura cristalina cubica centrada en las caras. Las superaleaciones de base Ni son endurecidas, debido a la formación de soluciones sólidas, usando una variedad de elementos aleantes de sustitución en la estructura γ, tales como el molibdeno. En el caso de la superaleación C-263, el aluminio y el titanio sólo constituyen aproximadamente el 3% de la composición total (Tabla I) [2], sin embargo, estos componentes son importantes para las propiedades de los materiales asociados con las superaleaciones, debido a la formación de la fase γ'.

Elemento	Ni	Co	Cr	Mo	Ti	Fe	Mn	Al	Si	C
% en peso	Balance	20.0	20.0	6.0	2.4	0.7	0.6	0.6	0.4	0.06

Tabla I. Composición de la superaleación C-263

Se conoce como oxidación en al temperatura, al proceso en el cual un metal es expuesto a un gas oxidante a temperaturas elevadas, la corrosión puede ocurrir por la reacción directa con el gas sin la presencia de un electrolito. Este tipo de corrosión se refiere a un manchado o costrado. La velocidad de ataque se incrementa con la temperatura, por lo tanto, la película superficial

típicamente aumenta como un resultado de la reacción en las interfaces óxido/gas u oxido/metal debido al transporte de cationes o aniones a través del óxido, el cual se comporta como un electrolito sólido [3].

En el proceso de oxidación es muy importante determinar la cinética de oxidación del material, ya que con los datos cinéticos se puede determinar la velocidad oxidación, en función de la temperatura y composición de la aleación. Los mecanismos con los cuales se puede oxidar a altas temperaturas un metal puro o una aleación, se describen como una serie de pasos sucesivos, tales como:

1. Adsorción de un componente gaseoso.
2. Disociación de la molécula gaseosa y transferencia de electrones.
3. Nucleación y crecimiento de cristales.
4. Difusión y transporte de cationes, aniones y electrones a través de la costra.

Existen varias leyes o mecanismos que predicen el comportamiento del crecimiento de los óxidos, tales como mecanismo lineal, parabólico y logarítmico.

En la presente investigación se llevó a cabo el estudio cinético de la oxidación en alta temperatura de la superaleación C-263 y se determinó su mecanismo de oxidación.

2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

2.1.Preparacion de la muestra

Para la preparación de las muestras de la superaleación C-263, primero se pesaron piezas cuyo peso oscilaba entre 100-200 mg, posteriormente las piezas se pulieron con lijas número 800 de C-Si, y después se limpiaron por ultrasonido utilizando etanol, el baño ultrasónico se llevó a cabo por triplicado y posteriormente las piezas se secaron en una estufa a 100°C. Finalmente se pesaron las muestras por triplicado para tener el registro de peso de cada muestra.

2.2.Analisis Termogravimetrico.

Las muestras se analizaron por medio de Análisis Termogravimetrico TGA a diferentes temperaturas (1000°C, 900°C y 800°C), por 48 horas en atmosfera de aire.

2.3.Caracterizacion.

Todas las muestras se caracterizaron morfológicamente por la técnica de Microscopía Electrónica de Barrido, utilizando un microscopio Hitachi modelo SEU3500. Se realizó un análisis superficial y transversal, para ello las piezas se montaron en baquelita y se pulieron hasta acabado espejo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestra el gráfico obtenido posterior al análisis termogravimétrico, en él se muestra la ganancia en peso de la superaleación C-263 después de 48 h y a 3 temperaturas diferentes. Se observa que a 900 °C se registró la mayor ganancia en peso que fue de 0.044 mg-cm^{-2} al termino de las 48 h, aunque este valor se obtuvo desde las primeras 24 h aproximadamente y esta ganancia en peso se mantuvo contante; en cambio a 800 °C la ganancia en peso fue mínima (0.002 mg-cm^{-2}) y no registró cambios importantes durante las 48 h de análisis y a 1000 °C la gancia en peso de la superaleación presentó un comportamiento intermedio entre las otras dos temperaturas, obteniendo una ganancia en peso final de aproximadamente 0.017 mg-cm^{-2}.

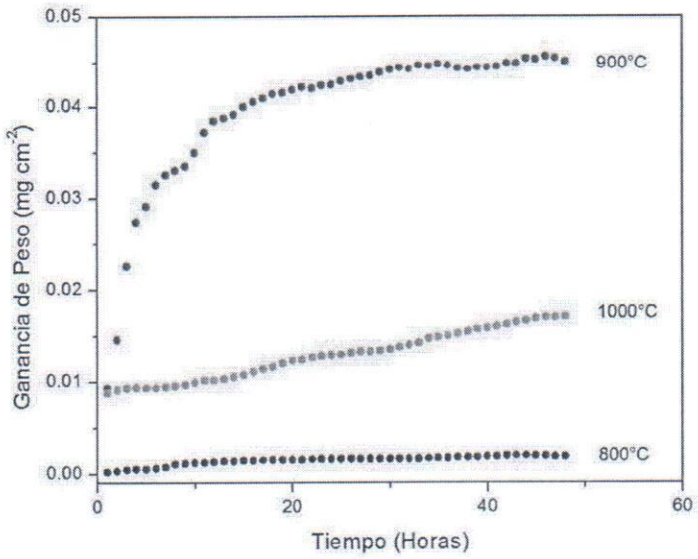

Figura 1. Gráfica de gancia en peso de la superaleacion C-263 a 800°C, 900°C y 1000°C por 48 h.

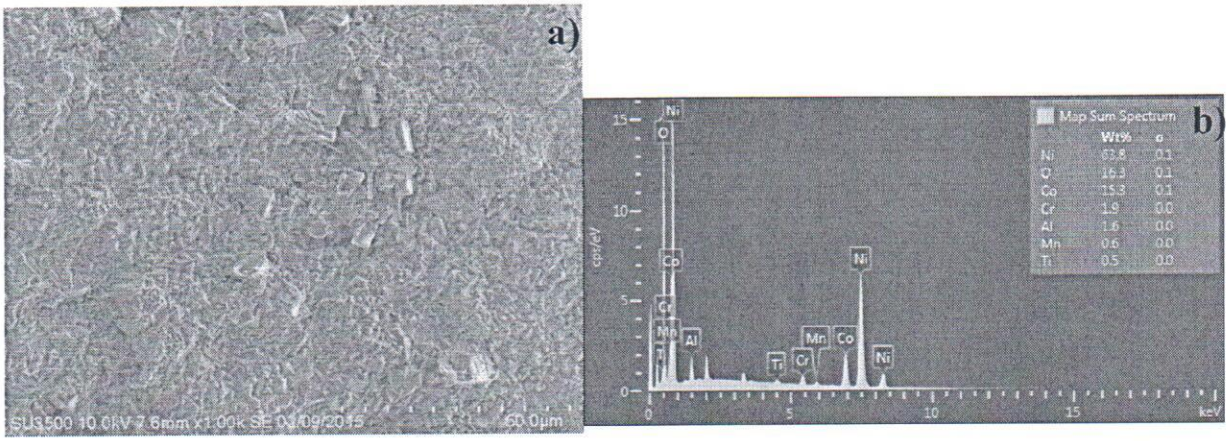

Figura 2. Micoscopía que muestra la a) morfologia de la superaleacion C-263 tratada a 900 °C y b) análisis por EDS.

En la Figura 2a se presenta la morfologia de la superaleacion C-263 a 900 °C por 48hrs donde se observa un crecimiento cristalino homogéneo y por medio del análisis por EDS (Figura 2b) es posible determinar la composición química del material, donde se muestra la formación de un óxido.

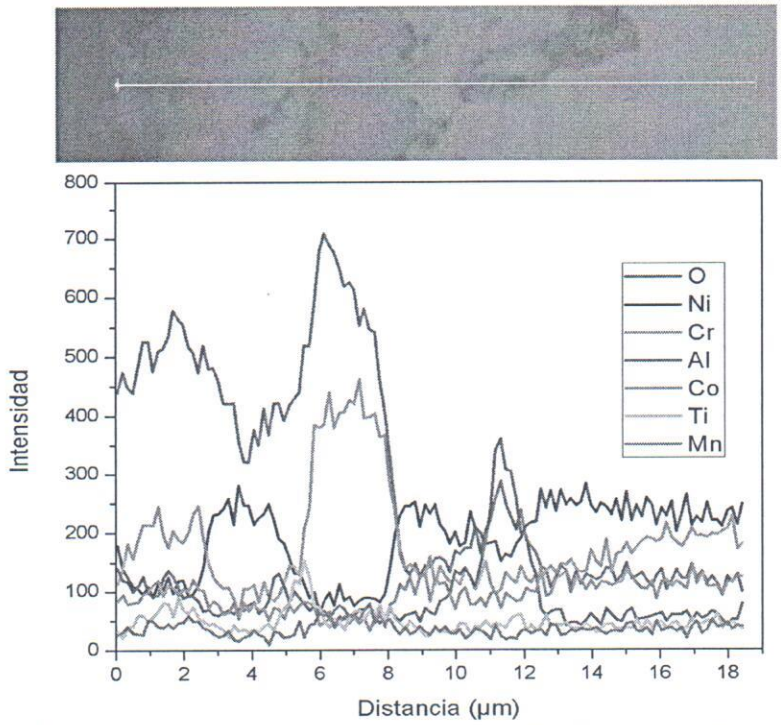

Figura 3. Microscopía de corte transveral de la superaleacion C-263 a 900 °C por 48 h.

En la figura 3 se presenta el perfil de línea del corte transversal de la superaleación C-263 a 900 °C por 48 h, donde se observan dos capas de óxido, haciendo un análisis puntual se identificó que la capa de la superficie corresponde a un óxido de cromo-níquel, en la capa intermedia se formó un óxido de cromo y posteriormente sobre la matriz se identificó la formación de óxido de aluminio. En la superlación se observa que el cromo difundió primero para formar la primera capa de óxido de cromo después se cubre con un óxido de cromo-níquel, lo cual genera la formación de óxido protector.

4. CONCLUSIONES

El estudio cinético de la oxidación de la superaleación C-263 a 3 diferentes temperaturas, 1000 °C, 900 °C y 800 °C y se determinó que a 900 °C se formó una capa protectora de un óxido de cromo-níquel-aluminio.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al CONACYT por el apoyo financiero otorgado para el desarrollo de esta investigación, así como a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la UANL, al Centro de Investigación en Materiales Avanzados en Chihuahua y a la empresa FRISA, por su colaboración y las atenciones brindadas en sus instalaciones para la realización de este proyecto.

6. REFERENCIAS

[1] Mikell P. Groover; Fundamentos de Manufactura Moderna. Material, Procesos y Sistemas; Prentice Hall, 1° Edició; **1997**

[2] http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=9540 Consultado: 08/02/15 11:20 p.m.

[3] Martinez V., J. Chacón, C. Gaona, F. Almeraya y J. Gonzales.; *Técnicas Electroquímicas para el Control y Estudio de la Corrosión;* Editor Juan Genescá; 1° Edición; **2002.**

Quimica, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, (2012).