

Aceros inoxidables recubiertos con oxido de titanio para procesos a alta temperatura

ALCANTARA, Juan†, MELO, Dulce, GÓMEZ, Fernando y AGUIRRE Nancy

Recibido Diciembre 28, 2015; Aceptado Febrero 25, 2016

Resumen

El objetivo es aumentar la vida útil de los aceros inoxidables ferríticos utilizados, en este trabajo se utilizara como sustrato un acero con la siguiente composición Fe9Cr1.5AlSi3Mo el cual es un acero inoxidable ferrítico el cual es utilizado principalmente en procesos a alta temperatura adicionado se pretende aplicar una capa de oxido de Titanio por medio de la técnica de CVD con la modificación de la inyección del material al reactor por medio de un inyector de automóvil, posteriormente se realizó una prueba de corrosión a alta temperatura con la siguiente composición de la atmosfera N₂- 3200ppm HCl. 3000 ppm H₂O, 25% O₂ con adición de KCl-ZnCl₂ a 600°C para observar el comportamiento ante la corrosión a alta temperatura y posteriormente se caracterizo por microscopía electrónica de barrido para estudiar la morfología y por análisis elemental EDS para estudiar la composición de la capa de oxido presente en la superficie, se realizaron análisis por medio de DRX para determinar los compuestos de corrosión presentes, finalmente se realizó un análisis termogravimétrico para determinar el comportamiento de la corrosión a alta temperatura. Los resultados obtenidos demuestran que la aplicación de el recubrimiento de oxido de Titanio si aumenta notoriamente la resistencia a la corrosión a alta temperatura. Actualmente es de interés industrial el diseño de nuevos materiales para uso específico en procesos que involucra corrosión a alta temperatura con la aplicación de una capa de oxidos resistentes.

Recubrimiento, Corrosión a alta temperatura

Citación: ALCANTARA, Juan, MELO, Dulce, GÓMEZ, Fernando y AGUIRRE Nancy. Aceros inoxidables recubiertos con oxido de titanio para procesos a alta temperatura. Revista de Energía Química y Física. 2016, 3-6: 1-6.

Abstract

The aim is to increase the life of ferritic stainless steels used in this work was used as a substrate a steel with the following composition Fe₉Cr_{1.5}AlSi₃Mo which is a ferritic stainless steel which is used primarily in processes at high added temperature is intended to apply a layer of titanium oxide by the CVD technique with modifying material injection to the reactor by an injector automobile, later a corrosion test was conducted at high temperature with the following composition of the atmosphere N₂- 3200ppm HCl. 3000 ppm H₂O, 25% O₂ with addition of KCl-ZnCl₂ at 600 ° C to observe the corrosion behavior at high temperature and subsequently characterized by scanning electron microscopy to study the morphology and elemental analysis EDS to study the composition of the oxide layer present on the surface, analyzes were performed by XRD to determine the corrosion compounds present, finally a thermogravimetric analysis was performed to determine the behavior of high temperature corrosion. The results show that the application of the coating of titanium oxide if markedly increases the corrosion resistance at high temperature.

Coating, High Temperature Corrosion

†Investigador contribuyendo como primer autor

Introducción

En la actualidad las aleaciones a base de aluminio de titanio son considerados como materiales estructurales para aplicaciones de alta temperatura debido a sus propiedades atractivas, incluyendo baja densidad, alta rigidez específica y resistencia a la tracción y buena resistencia a la fluencia (Dimiduk, 1999) (Wu, 2006)

Se han realizado esfuerzos considerables para desarrollar recubrimientos que proporciona protección contra la oxidación eficiente para aumentar el rango de temperatura de servicio de aleaciones aeroespaciales g-TiAl. (peters, 2003)

Los aceros que están sujetos a una constante desarrollo son los aceros y en especial los aceros inoxidables(Askeland, Fulay, & Wright, 2011).

Adicionalmente con el desarrollo de nuevos materiales no es suficiente aunado a esto se esta incorporando en la superficie del sustrato capa protectoras principalmente de oxidos altamente protectores y en algunos de los casos forman una barrera térmica que mejora las propiedades del material.

Las piezas y las estructuras metálicas están expuestas a diferentes temperaturas externas que influyen negativamente en su desempeño.

Para contrarrestar este fenómeno existen alternativas en recubrimientos, con formulaciones específicas de acuerdo a cada necesidad (Restrepo, 2005).

En el presente trabajo se establece la investigación del efecto del deposito de una capa de oxido de titanio el cual tiene propiedades ante la corrosión y principalmente a alta temperatura para su aplicación en procesos que involucren la misma aumentando las propiedades del acero inoxidable.

Desarrollo Experimental

Inicialmente se utilizó un acero inoxidable ferrítico con la siguiente composición Fe9Cr1.5AlSi3Mo el cual fue fabricado y evaluado ante la corrosión en una atmosfera simulada de incinerador de basura realizado por Alcantara J. (Juan, 2016).

Primeramente los aceros fueron cortados en probetas de 1 cm x 1cm x3 mm para poder realizar el recubrimiento de la capa de oxido de Titanio los aceros cortados fueron lijados con material abrasivo de carburo de silicio hasta grado 800, enseguida se realizó el pulido con alumina 1micra y 0.3 micras, posteriormente se realizó la depositación de la capa de oxido de titanio en un reactor CVD con la inyección de los reactivos con un inyector de automóvil esta capa se caracterizo por medio de microscopia electrónica de barrido para observar la morfología de la capa de oxido de titanio además de análisis por DRX. Posteriormente se efectuó una prueba de corrosión a alta temperatura con la siguiente composición de la atmosfera N₂- 3200ppm HCl. 3000 ppm H₂O,25% O₂ CON ADICION DE KCl-ZnCl₂ a 600°C durante 200h realizando pesaje de las probetas a la 1, 2 ,3,4,5,7,10, 30, 50, 100,150 y 200 horas de exposición, se caracterizo por medio de la técnica de microscopía electrónica de barrido (MEB), Analisis de DRX y por Analisis Termogravimetrico, cabe mencionar que el equipo empleado para la MEB es un Jeol 6300.

Resultados

Morfología de la capa de Oxido de Titanio

En la figura 1 se muestra la micrografía superficial de la capa de oxido de titanio depositada por medio de la tecnica CVD utilizando un inyector de automovil, para suministro del oxido de Titanio en el cual se puede observar que la capa de oxido es homogenea en toda la superficie ademas de observar un tamaño de particula de igual manera.

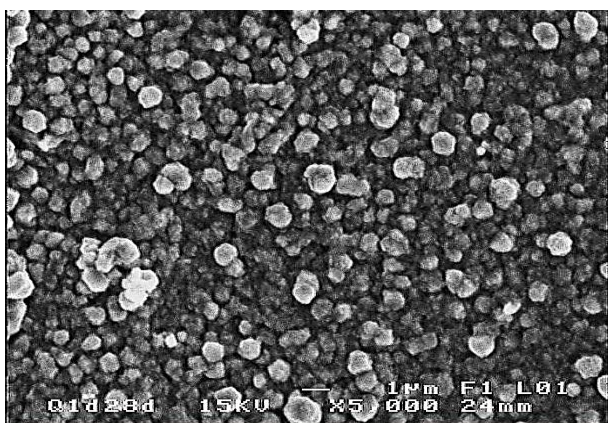


Figura 1 Se muestra las micrografías por MEB de la superficie de la capa de oxido de Titanio

En el Gráfico 1 se observa el difractograma realizado después de haber efectuado el deposito de la capa de oxido de Titanio en el cual se puede observar los picos característicos del oxido de Titanio, corroborando que el depósito realizado en la superficie del acero inoxidable este corresponde al recubrimiento requerido para ayudar a aumentar la resistencia del material.

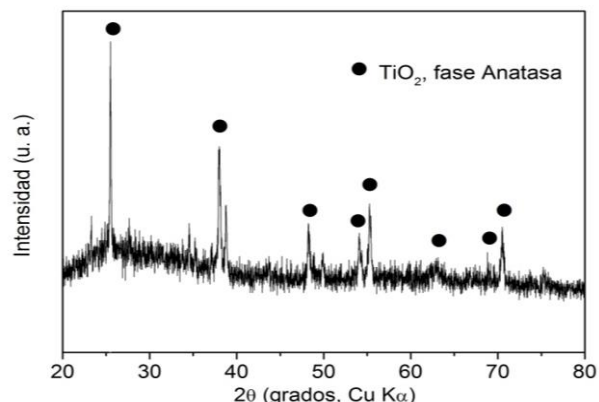


Gráfico 1 Difractograma de la capa de oxido de Titanio

Las micrografías de la figura 2. Muestran evidencia de aglomeraciones de oxido de Titanio con Zinc, en el acero ferrítico recubierto con la capa de oxido. En la superficie sin recubrir se observa corrosión así como cristales hexagonales correspondientes a Zinc depositado en la superficie del material, además de wiskers característicos principalmente de oxido de hierro y finalmente se aprecian islas de precipitados con mayor tamaño.

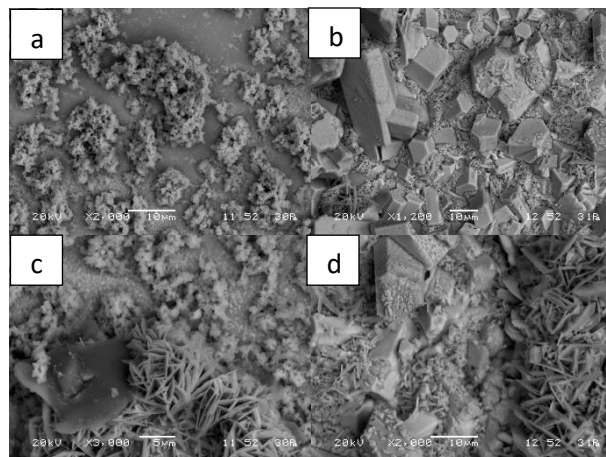


Figura 2 Micrografías por microscopia electrónica de barrido (MEB) donde se observa la morfología, tamaño y distribución de los precipitados a y c tienen recubrimiento de oxido de Titanio b y d sin recubrimiento

Mapeo Superficial de muestras con y sin recubrimiento

En la figura 3 Se muestra el análisis EDS por elemento en el microscopio electrónico de barrido MEB realizado a la muestra sin recubrir afirma lo obtenido en los difractogramas realizados a la superficie del material en el cual se obtuvieron principalmente óxidos de hierro y en algunas partes se encontró la presencia de Zinc en el material, lo cual hace evidente el efecto de la corrosión en el mismo.

En la figura 4 se observa el mapeo a la muestra recubierta con oxido de Titanio, en la cual la distribución de los diferentes elementos durante la prueba de corrosión realizada, obteniendo principalmente óxidos de hierro y Cromo, así como de Zinc dispersos homogéneamente sobre la superficie del material.

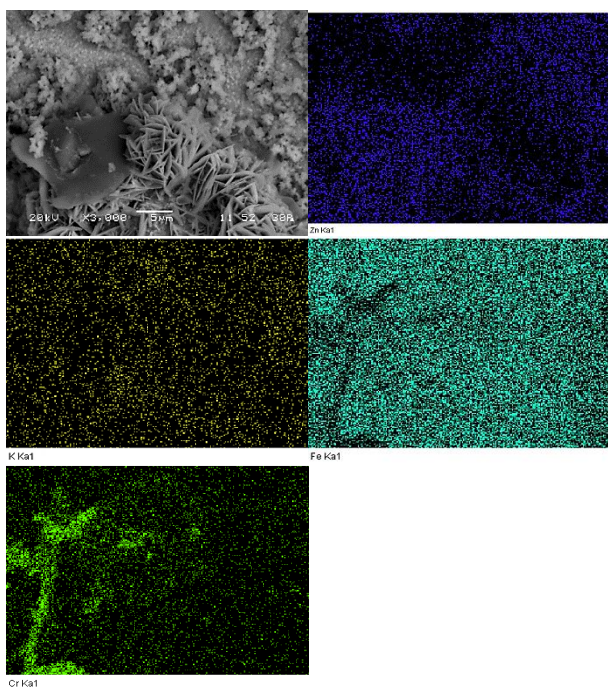


Figura 3 Se observa EDS por elemento a la muestra con recubrimiento de oxido de Titanio

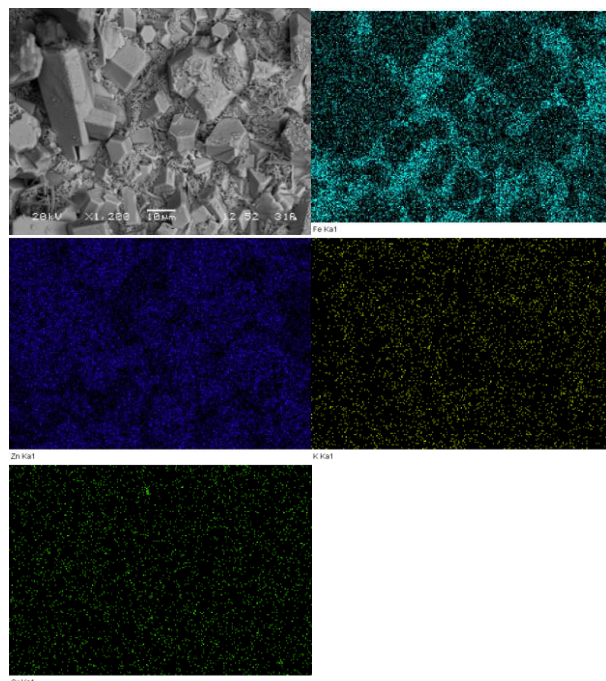


Figura 4 Se observa EDS por elemento a la muestra sin recubrimiento de oxido de Titanio

Análisis de Difracción de Rayos X

En el Gráfico 2 El análisis por DR-X para la muestra con recubrimiento determinó la obtención en su mayoría óxidos de hierro, así como la presencia de oxido compuesto conformado por Cromo, Níquel en la superficie.

En el Gráfico 3 para la muestra sin recubrimiento se encontró la formación de óxidos de hierro, así como compuestos por Cromo-Molibdeno principalmente.

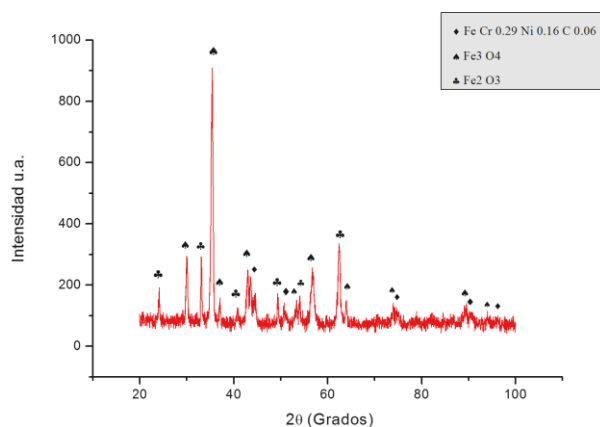


Gráfico 2 Análisis DR-X a la muestras de los aceros muestra recubierta

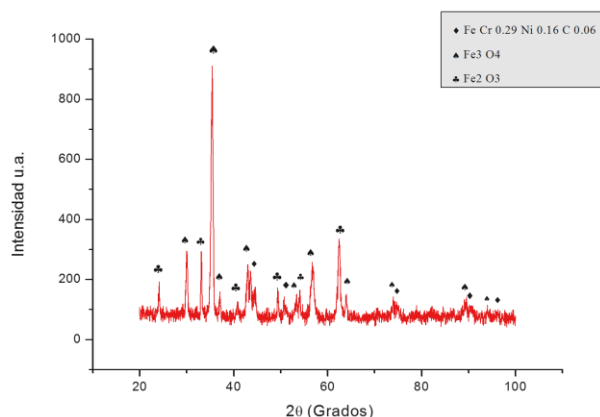


Gráfico 3 Análisis DR-X a la muestras de los aceros muestra sin recubrir

Análisis Termogravimétrico

En el análisis termogravimétrico del Gráfico 4 se muestra que en la parte inicial de la prueba no hay un comportamiento definido en ninguna de las dos probetas sometidas a las prueba de corrosión, posteriormente se puede observar una mejora en la resistencia a la corrosión con el recubrimiento de oxido de titanio lo que nos puede predecir que el componente recubierto aumentara la vida útil de uso.

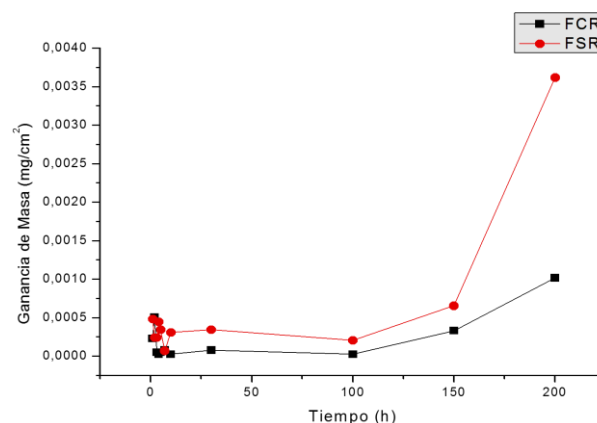


Gráfico 4 Análisis Termogravimétrico de la prueba de corrosión a alta temperatura

Conclusiones

El deposito de oxido de Titanio colocado en el sustrato al ser caracterizado muestra una distribución homogénea en toda la superficie del material. Hay evidencia de que el recubrimiento de oxido de titanio mejora las propiedades de resistencia ala corrosión a alta temperatura esto se puede observar en el análisis termogravimétrico en el cual se muestra un incremento en la velocidad de corrosión en la muestra de acero no recubierta. Notando en el análisis de Mapeo realizado en la superficie del material por el MEB con recubrimiento se encontró un aglomeramiento de partículas de cloruro de zinc con el oxido de titanio, en el cual se puede observar la probable destrucción parcial de la capa de oxido esto con respecto a los análisis de DRX que muestran la creación de oxidos de fierro es decir con el material base evidenciando la corrosion. En la muestra sin recubrimiento en el Mapeo realizado en el MEB se puede observar claramete la formación de precipitados principalmente Zn. Posteriormente se realizaran depósitos mas gruesos los realizados fueron aproximadamente de 3micras esperando evitar el aglomeramiento de la capa de oxido.

Referencias

Askeland, D. R., Fulay, P. P., & Wright, W. J. (2011). *Ciencia e ingeniería de materiales*. México D. F.: CENGAGE Learning.

Castro Sedano, D. (2001). *Apuntes sobre aceración y colada continua*. México D. F.: IPN.

Dimiduk, D. (1999). Gamma titanium aluminum alloys—an assessment within the competition of aerospace structural materials. *Materials Science and Engineering: A*, 281-288.

Juan, A. Adan R., Federico C. Miguel P. Evaluation of High Temperature Corrosion in Simulated Waste Incinerator Environments (2016) pag.611-627. *Oxidation Metals*.

Peters, C. L. (2003). *Titanium and Titanium Alloys*. Germany: Wiley VCH.

Restrepo. (2005). *Protección de metales a altas temperaturas*. Metal actual.

Sanchez Pastén, M., & Spiegel, M. (2006). *High temperature corrosion of metallic materials in simulated waste incineration environments at 300-600 ° C*. Dortmund: Shaker Verlag.

Wu, X. (2006). Review of alloy and process development of TiAl alloys. *Intermetallics*, 1114–1122.