



Resistencia al desgaste de un compuesto de matriz Aluminio y reforzado con Al_2O_3 .

Reyna-Medina. L. A¹ ; Fuentes R² ; Galindo I²; Cano I²; Ibarra M.²

Facultad de Ciencias Químicas de Coahuila, Universidad Autónoma de Coahuila; Blvd. V. Carranza y J. Cárdenas s/n, 25280; Saltillo, Coah., México.¹

*División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato; Universidad de Guanajuato; Noria Alta S/N, CP 36050; Guanajuato, Guanajuato, México.²
alberto_reyna@mail.uadec.mx.¹; rosalba@quijote.ugto.mx²*

RESUMEN

Se estudió el comportamiento ante el desgaste de un compuesto de matriz de aluminio reforzado con alúmina (Al_2O_3). Los materiales en polvo fueron mezclados, compactados, sinterizados y desgastados con el método de Pin en Disco. Las proporciones del refuerzo fueron 0.5, 0.75, 1.5, 3, 6 y 9% en peso de alúmina. Se observó en los composites un aumento de resistencia al desgaste con respecto a la mostrada por el aluminio puro. También se midió la dureza, resultando un incremento proporcional, de dicha propiedad, a la cantidad de refuerzo utilizada.

Palabras clave: Material compuesto, Aluminio, Alúmina, Desgaste, Dureza.

1. Introducción

Los materiales compuestos o composites de matriz de aluminio son utilizados en diversas aplicaciones debido a su buena relación peso-resistencia. En algunas de las aplicaciones es importante la propiedad de resistencia al desgaste en la selección de un material, para lo cual se ha reforzado al aluminio con partículas de materiales cerámicas y mejorado la propiedad [1, 2].

Para el conformado de composites se usan diferentes técnicas, siendo una de ellas la pulvimetalurgia, ésta técnica es una de las más empleadas y consiste en la obtención de polvos, el mezclado, aglomerado, sinterizado y acabado.

Por otro lado, el desgaste es el daño de la superficie por remoción del material de una o ambas superficies sólidas en movimiento. Hay diferentes tipos de desgaste, adhesivo,

abrasivo, entre otros, siendo común que se presenten varios de ellos durante un mismo proceso. El modelo de Archard [3] para desgaste por deslizamiento en seco es un modelo clásico que plantea una variación del desgaste durante el contacto de superficies, y es inversamente proporcional a la dureza del material y directamente proporcional a la carga aplicada.

La dureza es una medida de la resistencia de un material a la deformación permanente (plástica) en su superficie, es en si la oposición que un material presenta a ser rayado o penetrado.

A pesar de las grandes ventajas del aluminio como son: su bajo costo, alta resistencia a la degradación ambiental, fácil manipulación y buenas propiedades mecánicas [4], posee una resistencia muy pobre ante el desgaste. Por lo anterior, en este trabajo se estudió el comportamiento ante el desgaste del aluminio reforzado con alúmina con objeto aumentar dicha resistencia.

2. Metodología

Se prepararon 18 probetas con polvos de aluminio (QRM) y refuerzo de polvos de alúmina comercial (QRM), la cual fue utilizada en 0.5, 0.75, 1.5, 3, 6 y 9 % en peso. Los materiales fueron mezclados hasta observar que cada mezcla fuese homogénea.

Luego se colocaron mezclas de 5 gr en un pastillero y se compactó con una presión uniaxial de 16 toneladas y a temperatura ambiente en una prensa hidráulica Erkco modelo PH-21. La pieza obtenida tiene dimensiones de un cilindro con 20.72 mm de diámetro y 5.60 mm de altura.

Para el sinterizado se utilizó una mufla modelo 1400 Furnace, Thermolyne, en la cual se le dio a las piezas compactadas, un tratamiento térmico utilizando la rampa de temperatura siguiente: 200 °C por 30 minutos, 400 °C por 30 minutos y por último 650 °C por 2 hrs.

La dureza fue medida con un durómetro PHT-2500 Cole Parmer con una escala de Dureza Brinell.

Para el desgaste fue utilizado un abrasímetro Taber Rotary Platform Abraser, el equipo fue adaptado para aplicar la prueba de desgaste Pin en disco. Cada probeta fue pesada previamente y después colocada en el equipo, en donde cada 2500 revoluciones se volvió a pesar y se determinó el porciento en peso perdido, hasta llegar a 10000 revoluciones.

3. Resultados y Discusión

Para caracterizar los compositos se realizaron medidas de dureza, los valores obtenidos se presentan en la Tabla 1. El efecto de aumento de la dureza en probetas de aluminio sometidas a desgaste, ha sido ligado a la presencia de una mezcla mecánica generada durante el deslizamiento, reportándose en esos casos buena resistencia al desgaste [5,6]. En este trabajo la carga aplicada no es muy grande por lo cual el endurecimiento por trabajo no es tan significativo, siendo que el efecto de aumento de resistencia al desgaste es debido al incremento de % de alúmina.

Tabla 1. Comparación de Dureza

Muestra	Dureza
0.50%	52
0.75%	55
1.50%	58
3%	54
6%	55
9%	57
Al	43

Se observó que aunque un incrementó de la dureza en los compositos según se incrementa el refuerzo, sin embargo existe una variación de los valores debido a que la homogenización no ha sido totalmente efectiva.

En la Figura 1, se presenta el comportamiento ante el desgaste del aluminio puro y de los compositos elaborados con diferentes cantidades de refuerzo de alúmina. En dicha figura puede observarse una tasa de desgaste menor en los compositos, en comparación con el desgaste presentado por el aluminio puro. El composito con la mejor resistencia al desgaste fue la a probeta con el 3% de refuerzo Al_2O_3 .

Dado que la alúmina es en sí el óxido del aluminio, su resistencia al desgaste mejora en los compositos con una presencia mayor de alúmina hasta alcanzar un valor óptimo, sin embargo, al pasar dicha cantidad la alúmina se desprende más fácilmente debido a que se aglomeró la cantidad de material cerámico agregado, siendo más fácil su desprendimiento. Se observó que el desgaste indujo cambios en la superficie, presentándose regiones deformadas plásticamente en la dirección del deslizamiento.

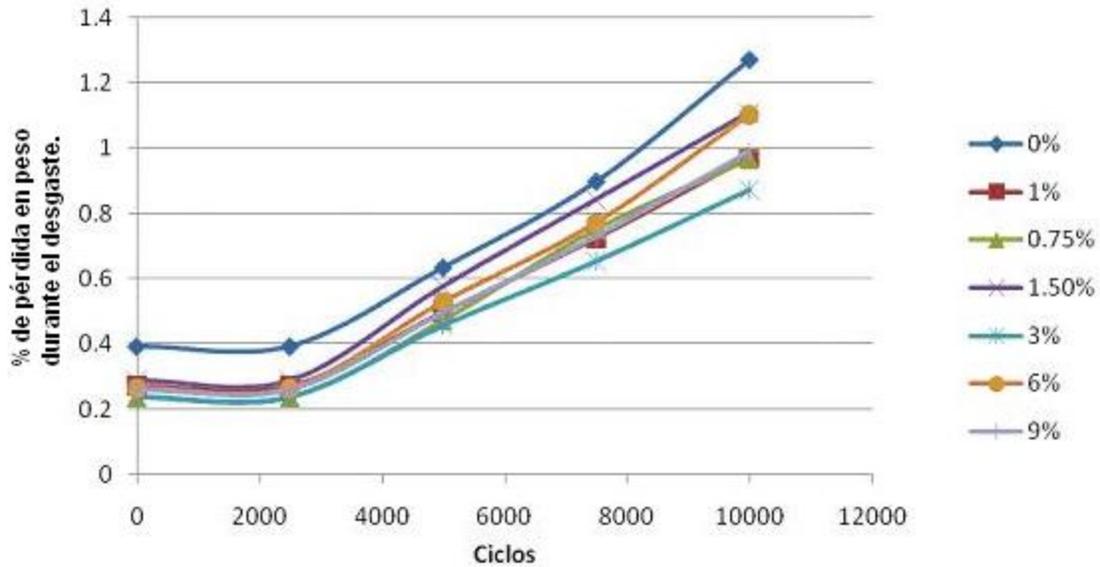


Figura 1. % en pérdida en peso de material desgastado de los composites contra número de ciclos que el pin de aluminio gira contra el disco de acero.

Se determinaron los valores del coeficiente de desgaste para aluminio puro y para el composite que presentó la mejor respuesta ante desgaste utilizando la ecuación de Archand que se muestra a continuación:

$$k = \frac{VH}{Ws}$$

Donde:

K : coeficiente de desgaste,

s : distancia de deslizamiento [mm],

V : volumen de material removido [mm³],

H : dureza del material [N/mm²].

W : carga normal a la superficie [N],

Los valores encontrados una vez sustituidos los datos experimentales medidos fueron:

Coeficiente de desgaste para el Aluminio: 1.4751×10^{-5}

Coeficiente de desgaste para el 3% de refuerzo: 1.86315×10^{-5}

Conclusiones.

La pulvimetalurgia es una tecnología sencilla para elaborar materiales compuestos de matriz de aluminio y refuerzo de alúmina con distinto por ciento en peso de esta última.

El uso de alúmina como refuerzo incrementó la resistencia al desgaste de los compositos en comparación con el desgaste presentado por el aluminio puro. Se encontró que el uso de 3% de alúmina ofrece la mayor resistencia al desgaste. Existe también un incremento en la dureza para los compositos en comparación del aluminio puro. Finalmente, consideramos que el aumento de resistencia al desgaste y dureza encontrados en los compositos, está relacionado con la presencia del refuerzo y por la mezcla mecánica del material en si, más que por el endurecimiento por trabajo que pudo alcanzarse durante las prueba.

Referencias:

- 1) Lee C.S., YH Kim, KS Han, T Lim, Journal of Materials Science, 27, 1992, 793-800.
- 2) Smith A.V., DDL Chung, Journal of Materials Science 31, 1996, 5961-5973.
- 3) Ahmad Zaki., Journal of Reinforced Plastics And Composites, 20(11), 2001, 921-944.
- 4) Vélez, Juan and Suárez Fabio, Dyna, 146, 2005, 27-43. Medellin.
- 5) How H.C.,TN Baker, Wear 232, 1999, 106-115.
- 6) Alpas A.T., J. Zhang, Metallurgical and Materials Transactions A25, 1994, 969-983.