

ESTUDIO DE LA RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN – CORROSIÓN EN RECUBRIMIENTOS DEPOSITADOS MEDIANTE PROYECCIÓN TÉRMICA

Wear resistance by abrasion - corrosion of thermal spray coatings

RESUMEN

Se estudió la resistencia al desgaste por abrasión - corrosión de recubrimientos de Ni – Al, Ni – SiC, Ni -WC y Ni – W- Co, depositados mediante proyección térmica sobre sustratos de acero al carbono.

El análisis morfológico de los recubrimientos obtenidos se realizó mediante microscopía electrónica de barrido (MEB).

Para lograr el desgaste por abrasión-corrosión se suministró H₂SO₄ (5% Vol) durante el proceso de deslizamiento abrasivo sobre una superficie de SiC con tamaño de grano 600, con una velocidad relativa de 550 RPM durante 20 minutos y con una carga de 937,5 gramos aplicada en dirección normal a la superficie del recubrimiento.

PALABRAS CLAVES: Desgaste abrasión - corrosión, proyección térmica, recubrimientos.

ABSTRACT

Resistance to the abrasion – corrosion of thermal spray coatings of Ni – Al, Ni-SiC, Ni-WC, Ni-W-Co was studied.

Morphological analysis of the coating obtained was carried out by scanning electronic microscopy (SEM).

For achieve the wear abrasion-corrosion, in this test was supplied H₂SO₄ (5%Vol) during the process of abrasive slip on a surface of SiC with grain size 600, with a relative speed of 550 RPM during 20 minutes and with loading of 937,5 grams normal to the coating surface.

KEYWORDS: Wear abrasion – corrosion, thermal spray coatings.

1. INTRODUCCIÓN

La demanda de materiales cada vez más resistentes y de mejores propiedades para aplicaciones en condiciones de desgaste, en ambientes corrosivos y expuestos a alta temperatura podría ser solucionada en gran parte mediante la aplicación de recubrimientos cerámicos y metal – cerámicos sobre sustratos metálicos.

La proyección térmica es una técnica de aplicación de recubrimientos que presenta grandes ventajas, no sólo por su bajo costo, sino también por la forma de aplicación, la cual permite recubrir todo tipo de geometrías y tamaños. Estas ventajas han logrado que solo en el mercado Norteamericano la proyección térmica sea la técnica más utilizada para la aplicación de recubrimientos cerámicos

y en la que se ha tenido un mayor crecimiento en los últimos años. [1]

Los recubrimientos cerámicos ofrecen grandes ventajas en cuanto a protección de sustratos contra el desgaste, corrosión, altas temperaturas, entre otras. La modificación superficial con este tipo de recubrimientos es sin duda un gran aporte en aplicaciones tecnológicas propias de nuestros días. Sin embargo, sus aplicaciones se ven limitadas debido a la fragilidad propia de este tipo de recubrimientos.

A pesar de la potencialidad que tiene la proyección térmica para la obtención de capas cerámicas y metal - cerámicas, las condiciones a las que opera éste proceso dificultan la obtención de recubrimientos estructuralmente homogéneos y libres de defectos, por lo

SERGIO ECHEVERRI V.

Estudiante Ingeniería de Materiales.
Universidad de Antioquia
sergio.7629@gmail.com

JULIANA BEDOYA E.

Estudiante Ingeniería de Materiales.
Universidad de Antioquia
julibe@gmail.com

ANDRES G. GONZALEZ H.

Ingeniero Metalúrgico
Estudiante de Maestría
Universidad de Antioquia
andresgonzalezh@yahoo.es

FABIO VARGAS

Ingeniero Metalúrgico, M. Sc.
Profesor Asistente
Universidad de Antioquia
vargasf@udea.edu.co

que se hace importante estudiar la influencia que tienen la geometría de las partículas utilizadas para obtener éste tipo de recubrimientos, en su capacidad para proteger al sustrato de los efectos simultáneos de la abrasión y de la corrosión [2-3].

En previas investigaciones se ha estudiado la resistencia de estos recubrimientos al desgaste abrasivo [4] y la capacidad de proteger al sustrato de los efectos corrosivos [5], sin embargo, no se ha evaluado el efecto simultáneo de la corrosión y el desgaste abrasivo.

Es por esto que se decidió estudiar la resistencia al desgaste mediante abrasión-corrosión de recubrimientos cerámicos y metal – cerámicos depositados mediante proyección térmica sobre acero al carbono.

2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Para la obtención de los recubrimientos, se prepararon sustratos de acero al carbono, los cuales fueron cortados en forma de barra cilíndrica con un diámetro y altura de 2,54 cm. Posteriormente la superficie a recubrir fue preparada con chorro abrasivo de arena, para eliminar óxidos, grasas y demás impurezas, proporcionando la rugosidad necesaria para garantizar una buena adherencia.

Posteriormente, se depositaron recubrimientos en forma de monocapa y bicapa, con la composición química que se describe en la Tabla 1

CÓDIGO DE LA MUESTRA	SISTEMA	COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL RECUBRIMIENTO	
M1	Monocapa	Ni - Al	
M2	Bicapa	Capa base	Ni - Al
		Capa superior	Ni - W - Co
M3	Bicapa	Capa base	Ni - Al
		Capa superior	50% Ni - 50% SiC
M4	Bicapa	Capa base	Ni - Al
		Capa superior	Ni - WC

Tabla 1. Características de las muestras utilizadas en el estudio

Para la aplicación de los recubrimientos se utilizó una antorcha de proyección térmica mediante combustión de oxígeno-acetileno, referencia Eutalloy Ultra Jet de la marca comercial Eutectic-Castolin.

Las pruebas de desgaste por abrasión - corrosión se realizaron sobre una superficie de SiC con tamaño de grano 600, suministrando una solución de H₂SO₄ durante el proceso, el ensayo se realizó a una velocidad relativa de 550 RPM durante 20 minutos y con una carga de

937,5 gramos aplicada en dirección normal a las superficies en contacto.

Cada una de las muestras fue sometida a deslizamiento abrasivo sobre diferentes puntos del disco (28,5; 58,5 y 83 mm del centro), con el fin de evaluar su resistencia en diferentes condiciones de fricción y a distancias recorridas de 313,5; 643,5 y 913,5 metros respectivamente. En la Figura 1 se muestra el montaje realizado para llevar a cabo estas pruebas.

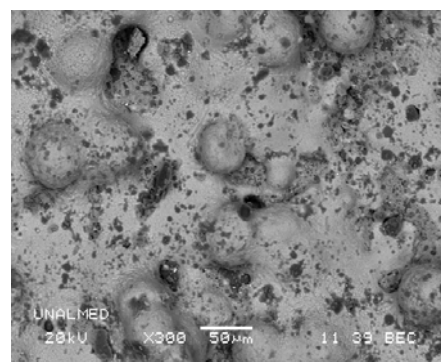


Figura 1. Montaje de la prueba de desgaste.

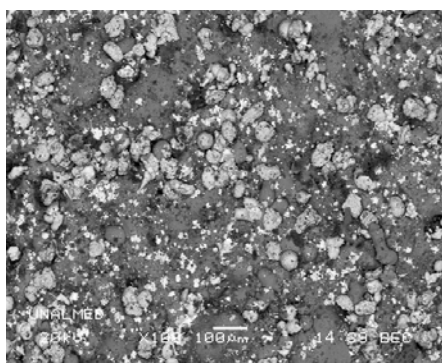
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis Morfológico de la superficie de los recubrimientos

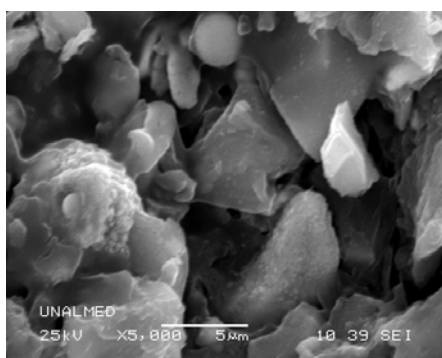
En la Figura 2 se puede observar las características superficiales de los recubrimientos obtenidos.



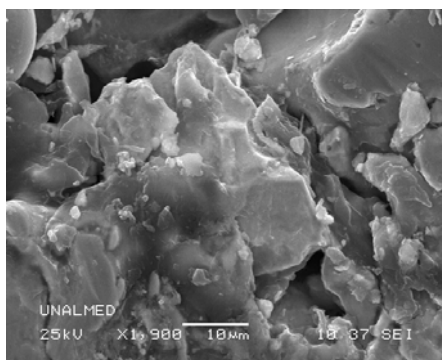
a)



b)



c)



d)

Figura 2. Características Morfológicas de la superficie de los recubrimientos obtenidos.
a) M1, b) M2, c) M3, d) M4

En la Figura 2a) se observa que la superficie del recubrimiento de Ni – Al es relativamente lisa, con algunas partículas esféricas sin fundir embebidas en una capa de níquel fundido. La superficie del recubrimiento de Ni – W – Co – Fe – Si – Cr, correspondiente a la muestra M2, posee una mayor cantidad de partículas sin fundir, no obstante, éstas poseen una geometría esférica lo que le confiere a la superficie una textura lisa. Ver figura 2b).

Por su parte, la superficie de los recubrimientos de SiC – Ni y WC – Ni es irregular y posee múltiples partículas débilmente unidas debido a una baja sinterización durante el proceso de aplicación. Ver figura 2c) y 2d) respectivamente.

3.2 Prueba de Desgaste por Abrasión - Corrosión

A continuación se presentan los resultados de pérdida de masa obtenidos durante las pruebas de desgaste por abrasión - corrosión, con los correspondientes valores de pérdida de espesor calculados para cada una de las muestras evaluadas.

MUESTRA	DISTANCIA DESDE EL CENTRO DEL DISCO (mm)	DISTANCIA RECORRIDA (m)	MASA PERDIDA (g)
M1-1	28,5	313,5	0.0937
M1-2	58,5	643,5	0.1079
M1-3	83	913,5	0.1285
M2-1	28,5	313,5	0.0318
M2-2	58,5	643,5	0.0925
M2-3	83	913,5	0.1199
M3-1	28,5	313,5	0.0341
M3-2	58,5	643,5	0.0718
M3-3	83	913,5	0.0975
M4-1	28,5	313,5	0.0745
M4-2	58,5	643,5	0.1003
M4-3	83	913,5	0.1236

Tabla 2. Resultados de la prueba de desgaste abrasivo realizado a cada una de las muestras.

En la Tabla 3 se relacionan las distancias desde el centro del disco (mm) con los espesores perdidos en cada una de las muestras, los cuales fueron calculados a partir de la masa perdida y de la densidad de cada recubrimiento, para un área desgastada de 5,06 cm² (correspondiente a una barra circular de 2,54 cm de diámetro).

DISTANCIA DESDE EL CENTRO DEL DISCO (mm)	ESPESOR PERDIDO			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
28,5	22,69	5,36	5,94	15,79
58,5	26,13	15,59	12,51	21,26
83	31,12	20,22	16,99	26,21

Tabla 3. Relación distancia y espesor perdido

En la Figura 3 se muestran los resultados de pérdida de espesor de cada una de las muestras evaluadas en las

diferentes condiciones de desgaste por abrasión corrosión a las que fueron sometidas.

Se puede observar que a medida que aumenta la distancia al centro del disco abrasivo, a la cual se realizó el ensayo de abrasión – corrosión, aumenta la pérdida de espesor del recubrimiento.

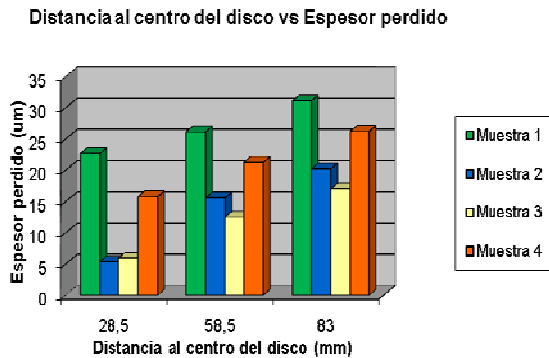


Figura 3. Relación del espesor perdido en cada una de las muestras evaluadas en función de las condiciones de ensayo.

4. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede concluir que los recubrimientos metal-cerámicos de Ni – SiC, Ni -WC y Ni – W- Co son una buena alternativa para proteger las superficies expuestas a desgaste por abrasión-corrosión.

Además se puede considerar que bajo las condiciones de trabajo, la morfología de las partículas no es un factor determinante en el desempeño de los recubrimientos (como ocurre en el desgaste abrasivo en seco), ya que el ácido empleado genera una disminución del coeficiente de fricción; por lo tanto, el factor que más influye en el deterioro de éstos recubrimientos es la resistencia a la corrosión .

Los recubrimientos de mejor comportamiento en condiciones de desgaste por abrasión – corrosión son los que poseen una capa superior cerámica, ya que estos poseen una mayor resistencia al ataque químico comparado con los poseen una capa superior metálica (Ni).

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

El profesor Alejandro Toro y al Ingeniero Juan Felipe Santa del Laboratorio de Microscopía Avanzada de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

Al profesor Alejandro Echavarría del Laboratorio de Biomateriales de la Universidad de Antioquia.

Al señor Alberto Zapata del Laboratorio de Materialografía de la Universidad de Antioquia.

Al grupo GIPIMME, por todo su apoyo técnico y económico.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Vargas F., Latorre G. Uribe I., “Behavior of thermal spray coatings against hydrogen attack”, CT&F – Ciencia, Tecnología y Futuro, Vol.2, Número 4, Diciembre del 2003.
- [2] Davis J. ASM International. Handbook of thermal spray technology. 2004. pp 266 - 268.
- [3] Vargas F. Carretero P., Calderón W., Memorias del Curso de Termorociado, I Congreso Internacional de Materiales – II Encuentro Nacional de Ciencia y Tecnología de Materiales, 2001.
- [4] Echeverri S, Bedoya J, Vargas F. “Estudio de la resistencia al desgaste de recubrimientos depositados mediante proyección térmica sobre acero al carbono”, IV Congreso Internacional de Materiales. 2007
- [5] Calle Juan E., Vargas F. , Calderón J., Influencia de la porosidad en la resistencia a la corrosión de recubrimientos depositados mediante proyección térmica, IV Congreso Internacional de Materiales. 2007.
- [6] Pawlowski Lech. John Wiley & Sons. The science and Engineering of Thermal Spray Coatings. 1995. pp 108 - 125.