

TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN MECÁNICA Y TRIBOLÓGICA DE SUPERFICIES Y RECUBRIMIENTOS

M.P. Gómez-Tena, J. Gilabert, V. Sanz, E. Zumaquero , J. Toledo

Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE). Universitat Jaume I. Castellón. España.

pilar.gomez@itc.uji.es

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

La búsqueda de nuevas funcionalidades a la cerámica tradicional ha hecho que se exploren nuevas alternativas como, por ejemplo, la aplicación de recubrimientos micrométricos de diferentes naturalezas, ya sea orgánica, polimérica o incluso cerámica, que concedan a los soportes cerámicos características técnicas mejoradas [1]. La obtención de estos nuevos productos lleva implícito la mejora de las capacidades de la empresa a la hora de caracterizarlos mediante la utilización de las técnicas y metodologías adecuadas en cada caso.

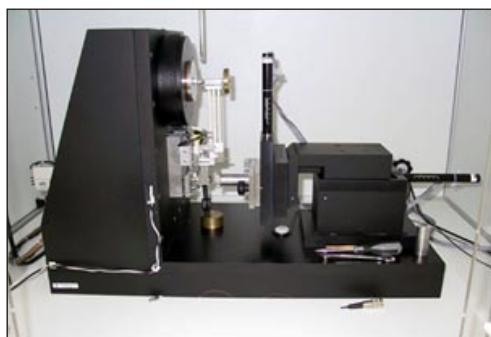


Figura 1. Imagen del equipo de microindentación

Una herramienta que está alcanzando niveles de aplicación inimaginables en el campo de la caracterización de pequeños espesores de recubrimiento es la microindentación dinámica (figura 1) [2]. La técnica consiste en la medición en continuo de la deformación que experimenta el material en función de la carga aplicada y permite obtener propiedades mecánicas como la microdureza y el módulo de elasticidad del material sin la necesidad de medir las huellas residuales como en un ensayo de indentación por el método convencional. Además, también puede ser utilizada para determinar la resistencia al desgaste y al rayado aplicando cargas progresivas.

En el presente estudio se detalla una metodología de caracterización mecánica y tribológica de superficies que permite estudiar recubrimientos micrométricos aplicados sobre baldosas cerámicas de revestimiento, con el objetivo de poder alcanzar una visión global del estado del arte de los métodos de ensayo utilizados en este nuevo campo de aplicación. Por este motivo, se ha elegido un recubrimiento cerámico avanzado micrométrico de diamond-like-carbon (DLC) y se ha depositado por la técnica de CVD sobre una baldosa cerámica con esmalte opaco de blanco de circonio para poder caracterizarlo completamente, determinando sus propiedades mecánicas (microdureza, módulo de elasticidad), tribológicas (resistencia al desgaste y adherencia), y superficiales (espesor y rugosidad superficial).

La elección de este tipo de capa se debe al hecho de que los recubrimientos de DLC presentan elevadas resistencias al desgaste y coeficientes de fricción bajos, características que dotarían a las baldosas cerámicas de nuevas funcionalidades, como fachadas y zonas exteriores muy agresivas mecánicamente.

2. METODOLOGÍA DE ENSAYO Y MATERIAS PRIMAS

Se ha caracterizado un recubrimiento de DLC aplicado por la técnica de la deposición química de vapor (CVD) que presenta un espesor de 3 µm aproximadamente, sobre un vidriado cerámico de azulejo, de acuerdo con la figura 2. La caracterización completa del recubrimiento se ha realizado principalmente con un equipo de microindentación, determinando propiedades mecánicas como la dureza y módulo de elasticidad, propiedades tribológicas como la resistencia al rayado y desgaste y, finalmente, se ha realizado su análisis superficial midiendo el espesor y la rugosidad de la superficie.

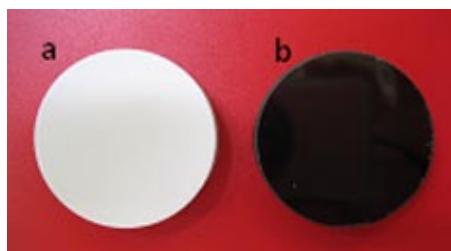


Figura 2. Muestra cerámica: a) con y b) sin recubrimiento DLC

3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En la tabla 1 se detallan los resultados obtenidos en la caracterización de las muestras ensayadas, con y sin recubrimiento.

Caracterización	Propiedad	Unidades	Sustrato	Recubrimiento
Mecánica	Microdureza	GPa	$10,6 \pm 0,5$	14 ± 2
	Módulo de Elasticidad	GPa	102 ± 8	94 ± 8
Tribológica	Carga crítica de rayado	N	Sin presencia de fallo adhesivo $L_c = 54 \pm 1$	Fallo adhesivo $L_c = 54 \pm 1$
	Velocidad específica de desgaste	$\mu\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{N}$	$0,11 \pm 0,01$	$0,06 \pm 0,01$
Análisis superficial	Espesor recubrimiento	µm	---	$3,06 \pm 0,15$
	Rugosidad superficial	nm	$S_a = 60 \pm 6$ $S_z = 800 \pm 100$ $S_t = 1100 \pm 200$	$S_a = 66 \pm 5$ $S_z = 650 \pm 80$ $S_t = 1300 \pm 300$

Tabla 1. Resultados de la caracterización

A partir de los resultados obtenidos se observa una elevada sensibilidad de las técnicas de caracterización utilizadas en la distinción de comportamientos mecánicos y tribológicos de recubrimientos avanzados aplicados sobre esmaltes tradicionales.

- Se observa una mejora de las propiedades mecánicas ya que aumenta la dureza del recubrimiento sin apenas modificar la rigidez del material porque el módulo de elasticidad apenas se modifica.
- Se reduce considerablemente el desgaste de la superficie, ya que su velocidad específica de desgaste se reduce prácticamente a la mitad.
- La rugosidad superficial del material se mantiene ya que las 3 µm de espesor de recubrimiento no muestran capacidad de modificar la superficie del material base.

AGRADECIMIENTOS

La realización del presente trabajo ha sido apoyada por la Unión Europea a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional y por el IMPIVA (Generalitat Valenciana). (IMDEEA/2011/82).

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Guía de la baldosa cerámica. 5^a ed. Valencia: Instituto Valenciano de la edificación, 2006.
- [2] LI, X., BHUSHAN, B. A review of nanoindentation continuous stiffness, *Materials Characterization*, 48, 11–36, 2002.