

## Resumen ponencia nº 89

### Evolución de las tensiones y curvaturas en soportes porosos durante el enfriamiento

\*V. Cantavella<sup>(1)</sup>, A. Moreno<sup>(1)</sup>, A. Mezquita<sup>(1)</sup>, J.C. Jarque<sup>(1)</sup>, J. Barberá<sup>(2)</sup>, A. Palanques<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE)  
Universitat Jaume I. Castellón. España.

<sup>(2)</sup> Cerámica Saloni, S.A. San Juan de Moró. España.

Palabras clave: tensiones residuales, enfriamiento, azulejo poroso, viscoelasticidad

El enfriamiento industrial se realiza en tres etapas claramente diferenciadas: enfriamiento inicial, indirecto y final. Las tres etapas transcurren a la máxima velocidad posible compatible con la integridad física de la pieza; sin embargo, la elevada velocidad de enfriamiento hace que aparezcan una serie de tensiones dentro de la pieza durante el enfriamiento. Si estas tensiones alcanzan un valor crítico se producirá la rotura completa de la pieza, conduciendo al defecto conocido como “desventado”. Tensiones inferiores a la crítica, aunque no produzcan la rotura, pueden generar microgrietas que reducen la resistencia mecánica de forma significativa.

Junto a la elevada velocidad de enfriamiento, existe una acusada diferencia de temperatura entre la parte superior e inferior de la pieza. Esta diferencia se debe, en gran medida, a la presencia de los rodillos, que actúan como elemento que apantalla la transferencia de calor, y conduce a cambios de planaridad (curvaturas) durante esta etapa; incluso sin la presencia de esmalte.

Con el objeto de analizar las tensiones y cambios dimensionales que se producen durante el enfriamiento, se prepararon probetas de 150 x 20 mm a partir de un polvo atomizado habitualmente empleado en la fabricación de revestimiento poroso blanco. Estas probetas, una vez prensadas y secas, se cocieron en un horno eléctrico de laboratorio y se enfriaron rápidamente. Posteriormente se midieron las tensiones residuales mediante el método de eliminación de capas (*Layer Removal*), consistente en reducir progresivamente el espesor de la probeta mediante un método mecánico, y analizar el cambio dimensional que se produce. Si la probeta está muy tensionada, la eliminación de material conducirá a un elevado cambio de curvatura; de hecho, la relación entre el cambio de curvatura y el espesor eliminado suele ser una recta cuya pendiente se relaciona directamente con la tensión residual máxima.

Las composiciones cerámicas a elevada temperatura tienen un comportamiento no elástico, lo que justifica la generación de tensiones residuales. Para simular estas tensiones y explicar los resultados obtenidos en laboratorio se utilizó una ley de comportamiento viscoelástica lineal, que se incorporó a un modelo termomecánico. El modelo se resolvió mediante un método numérico. A partir de los valores de tensiones residuales medidas en condiciones de laboratorio, y con el modelo desarrollado, se pudieron determinar los parámetros de la ley de comportamiento (variación de la viscosidad efectiva con la temperatura).

Finalmente se midió la temperatura de la superficie de la pieza durante el enfriamiento en un horno industrial, con ayuda de una sonda de temperatura. A partir de este dato, y conociendo la conductividad térmica del material, se estimó el perfil de temperatura dentro de la pieza. A continuación, utilizando el perfil de temperatura y la ley de comportamiento determinada en condiciones de laboratorio se estimó la evolución de la curvatura y de las tensiones durante el enfriamiento y, en particular, las tensiones residuales. La medida experimental de las tensiones residuales condujo a un valor muy próximo al estimado con el modelo, confirmando la aplicabilidad del modelo al estudio mecánico de las piezas durante el enfriamiento.

**Tipo de comunicación: Ponencia**

\*Autor correspondencia: vcantavella.@itc.uji.es