

## Pinchado

### Descripción

Pequeños orificios u hoyos del tamaño de alfileres repartidos en partes o por toda la superficie esmaltada (figuras 1 y 2). Son el resultado del afloramiento a la superficie de las burbujas <sup>(1)</sup> que se generan en el soporte y/o en el esmalte sin que el esmalte pueda cerrar los poros formados.



Figura 1. Pinchado en un esmalte opaco. Fotografía: Rafa Galindo.



Figura 3. Pinchado en un esmalte opaco. Fotografía: Ana Monferrer.

### Causas del defecto

Los pinchados de esmalte son provocados, en general, por gases procedentes del soporte o del esmalte que atraviesan la capa de vidriado en forma de pequeñas burbujas y que, en función de la viscosidad y la tensión superficial del esmalte, originan pequeños hoyos que no se cierran al enfriar el esmalte. Así pues, las causas de los pinchados hay que buscarlas, principalmente, en el origen del gas que lo provoca y son similares a las causas que generan el defecto de burbujas y cráteres, por lo que, frecuentemente se describen juntos.

Una cocción correcta ha de permitir que los gases que inevitablemente se generan durante la cocción, atraviesen la capa de esmalte. Si los gases se producen cuando el esmalte aún no ha iniciado su fusión, atravesarán sin causar problemas la capa pulverulenta, pero si las degasificaciones ocurren cuando el esmalte ya está fundido, deberán atravesar la capa de vidrio fundido. Si la viscosidad y la tensión superficial de este son bajas y el tiempo suficiente, abandonarán la capa sin problemas, pero valores altos de estas propiedades o un tiempo corto de permanencia provocarán el defecto.

Así pues, las causas del pinchado en esmaltes son muy variadas. Las más habituales son <sup>(2)</sup>:

- Aire procedente de la suspensión de esmalte, que no se ha eliminado.
- Aire presente en los poros del soporte que no llega a eliminarse.
- CO<sub>2</sub> procedente de la descomposición de carbonatos presentes en el esmalte o en el soporte <sup>(3)</sup>.
- Desgasificaciones de las materias primas del soporte en los procesos de monococción: la pasta puede tener en su composición CaCO<sub>3</sub> que descompone sobre los 900 °C, o impurezas de CaSO<sub>4</sub>, que descompone sobre los 1000 °C, piritas, calcopiritas, etc. Parte del gas desprendido en la descomposición ha de atravesar la capa de esmalte. Si este tiene una elevada viscosidad y/o una elevada tensión superficial, puede quedarse retenido formando burbujas.
- Los óxidos colorantes pueden desprender oxígeno en reacciones de reducción.
- Desgasificaciones de materias primas o de impurezas del esmalte: de forma análoga, el esmalte puede estar formulado con algunas materias primas o tener impurezas, que presentan descomposiciones en el intervalo de maduración del esmalte.
- Reacciones de impurezas y contaminaciones con el esmalte.
- Si el esmalte tiene una o varias fritas en su composición, pueden presentarse burbujas si estas tienen algún infundido (defectuosa fusión de la frita).
- Los esmaltes fundidos pueden absorber gases de la atmósfera del horno que originen pinchado <sup>(4)</sup>.
- Temperatura de cocción excesiva, que provoque la descomposición de algún componente o la reducción del óxido de hierro (III) a óxido de hierro (II) con desprendimiento de oxígeno.
- Temperatura de cocción demasiado baja <sup>(5)</sup>, que provoca un valor demasiado alto de la viscosidad en fundido del esmalte.
- Descomposición de ligantes orgánicos.
- Cocción demasiado breve, con poco tiempo de permanencia <sup>(6)</sup>.
- Presencia de sales solubles (generalmente sulfatos de calcio y manganeso y sales alcalinas), en la composición del soporte que durante el secado migran a la superficie y provocan pinchados si su descomposición se realiza a una temperatura superior a la de sellado del esmalte <sup>(7)</sup>.

#### ¿Cómo solucionarlo?

Como has podido ver, el pinchado tiene múltiples causas, por lo que es difícil encontrar las posibles soluciones eficaces, más allá de algunas **recomendaciones** de tipo general:

- Aumentar unos grados la temperatura de cocción si ello es posible sin variar significativamente el aspecto y propiedades de los productos.
- Aumentar ligeramente el tiempo de permanencia a la temperatura de cocción, si ello es posible sin variar significativamente el aspecto y propiedades de los productos.
- **Disminuir la viscosidad en fundido del esmalte**, con el objetivo de facilitar la eliminación rápida de los gases. Esto puede lograrse añadiendo pequeñas proporciones de algún fundente alcalino (frita alcalina, carbonato de litio, etc.) o frita plúmbica en esmaltes de baja temperatura, disminuir, en la medida de lo posible, el contenido en alúmina, etc.
- **Disminuir la tensión superficial del esmalte**, con el objetivo de que, una vez alcanzada la superficie del esmalte fundido, las burbujas puedan romper la capa tensa de la superficie del líquido y migrar a la atmósfera. Los alcalinos disminuyen la tensión superficial. Los cationes divalentes disminuyen la tensión superficial a medida que es mayor el radio iónico<sup>(2)</sup>:  

$$\text{Tensión superficial: } \text{Zn}^{2+} < \text{Ba}^{2+} < \text{Sr}^{2+} < \text{Ca}^{2+} < \text{Mg}^{2+}$$
 Puede disminuirse también la tensión superficial disminuyendo, en la medida de lo posible, el contenido en alúmina.
- **Sustituir**, si es posible, las **materias primas que se descomponen** liberando gases por otras que no lo hagan, como por ejemplo el carbonato cálcico por wollastonita, el carbonato de magnesio por talco o por óxido de magnesio, etc. Naturalmente, esto exige una reformulación del esmalte para mantener la misma composición química con otras materias primas. Has de tener en cuenta que, aun manteniendo la misma composición química el esmalte puede cambiar de aspecto, por lo que se hace necesario probarlo primero.
- Como es lógico, tras cualquiera de estas acciones es necesario probar el esmalte resultante.
- **Molturar y tamizar tanto la pasta como el esmalte** para evitar la presencia de partículas muy gruesas que ralentizan la desgasificación.
- En procesos de bicocción, puede ayudar a disminuir los pinchados bizcochar las piezas a temperaturas más elevadas <sup>(6)</sup>.
- Si el pinchado se debe a la presencia de sales solubles, debe añadirse a la composición del soporte pequeñas cantidades de BaCO<sub>3</sub> o de BaCl<sub>2</sub>, pero si esto no soluciona el problema deben sustituirse las materias primas de soporte <sup>(7)</sup>.

**¿Quieres saber más?**

Dos propiedades de los esmaltes fundidos que afectan significativamente a la producción de pinchados, burbujas, cráteres y algunos defectos asociados como la “cáscara de huevo” son la viscosidad y la tensión superficial.

En las fichas “*burbujas*” y “*retirado*” tienes una breve explicación sobre la tensión superficial de esmaltes fundidos y en la ficha “*escurrido*” sobre la viscosidad en fundido.

Puedes ampliar el estudio de estas propiedades consultando cualquiera de los siguientes libros:

- FERNANDEZ NAVARRO, J. M. “El vidrio”. Colección Textos Universitarios. Vol VI. 2ª Ed. Pgs 337 a 372. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Madrid, 1991.
- ENRIQUE NAVARRO, J.E.; NEGRE MEDALL, F. “Tecnología cerámica. Vol. 5. Esmaltes cerámicos”. Pg. 918 a 939. Universidad de Valencia. València, 1985.

**Bibliografía**

- (1) CANTAVELLA, M. “Desarrollo de fritas, esmaltes y pigmentos cerámicos. Apuntes”. Pg. 168. Ed. Conselleria d'Educació de la Generalitat Valenciana. Castellón, 2010.
- (2) AMORÓS ALBARO, J.L. et al. “Defectos de fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos”. Pgs. 110 a 113. AICE-ITCE. Conselleria d'Industria de la Generalitat Valenciana. València, 1991.
- (3) ENRIQUE NAVARRO, J.E. et al. “*Descomposición de carbonatos durante la cocción de piezas de revestimiento cerámico vidriado. Relación con la aparición de pinchados*”. En Qualicer 1998. V Congreso Mundial de la Calidad del Azulejo y del Pavimento Cerámico. Castellón: Cámara de Comercio, Industria y Navegación. Tomo III. Pos. 69-71. 1988.
- (4) HEVIA, R. et al. (Editado, Alicia Durán). “*Introducción a los esmaltes cerámicos*”. Pg. 200. Faenza Editrice. (sf).
- (5) SINGER, F.; GERMAN, W.L. “*Vidriados cerámicos*” Ed. La productora de bórax y A.Q.S.A. Barcelona, 1970.
- (6) MATTHES, W.E. “*Vidriados cerámicos*”. Pg. 137. Ed. Omega. Barcelona 1990.
- (7) INSTITUTO DE TECNOLOGÍA CERÁMICA (ITC). “*Curso de defectos de fabricación en baldosas cerámicas*” Universitat Jaume I (UJI). Castellón, Septiembre 2003.