

## Retirado del esmalte

### Descripción

El defecto (figuras 1 y 2) se produce cuando el esmalte no cubre uniformemente la totalidad del soporte dejando espacios sin cubrir.

En ocasiones algunos ceramistas provocan este “defecto” formulando esmaltes con una elevada tensión superficial obteniendo superficies similares a la de la figura 1, con un cierto valor estético.



Figura 1. Retirado de un esmalte opaco a causa de una elevada tensión superficial. Fotografía: Ana Monferrer.



Figura 2. Retirado del esmalte a causa del polvo y suciedad en el soporte en el momento de la aplicación. Burbujas en un esmalte transparente. Fotografía: Rafa Galindo.

### Causas del defecto

El retirado puede tener diferentes causas <sup>(1)</sup>, lo que hace que, en algunos textos se clasifiquen como defectos diferentes. Las principales causas del retirado de un esmalte son:

- **Formación de grietas en el esmalte durante la cocción**, que no se reparan debido a una excesiva viscosidad en fundido y/o una elevada tensión superficial. En algunos casos, grietas formadas en el soporte (grietas de colado, pequeñas grietas provocadas en el secado, etc.) pueden provocar también el retirado del esmalte, especialmente si este es poco plástico o tiene una elevada viscosidad en fundido o tensión superficial excesiva, tal como se aprecia en la figura 3.
- **Excesiva contracción del esmalte durante su secado**. Esto puede darse en esmaltes que se aplican con un grosor excesivo o en esmaltes floculados <sup>(1)</sup>. Es un defecto frecuente en esmaltes con un difícil control reológico con elevados contenidos en ZnO, MgCO<sub>3</sub>, alúmina hidratada etc. o en esmaltes con una excesiva plasticidad.
- **Mala adherencia al soporte** a causa de suciedad, grasa o polvo en la superficie de este (figuras 2 y 4) o una excesiva molienda del esmalte <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>.



Figura 3. Retirado del esmalte a causa de grietas en el soporte. Fotografía: Rafa Galindo.



Figura 4. Retirado del esmalte a causa de suciedad en el soporte. Fotografía: Rafa Galindo.

- El defecto es frecuente en esmaltes con una **tensión superficial elevada** <sup>(4)</sup>, ya que la tensión superficial determina el ángulo de contacto de la capa de esmalte fundido con la superficie del soporte. Cuando se da una tensión superficial demasiado elevada el esmalte tiende a adoptar una forma como gotas de agua sobre una superficie con grasa <sup>(5)</sup>.

#### ¿Cómo solucionarlo?

Como has podido ver, el retirado del esmalte puede deberse a varias causas que pueden presentarse aisladas o conjuntamente, por lo que es difícil encontrar las posibles soluciones eficaces, más allá de algunas **recomendaciones** de tipo general:

- Limpiar bien la superficie a esmaltar.
- Sustituir parte de las arcillas o caolín de la composición por fracciones calcinadas <sup>(2)</sup>.
- **Disminuir la tensión superficial del esmalte**, con el objetivo de que se forme una buena interfase con el soporte.

Los alcalinos disminuyen la tensión superficial. Los cationes divalentes disminuyen la tensión superficial a medida que es mayor el radio iónico<sup>(6)</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.

Como es lógico, tras cualquiera de estas acciones es necesario probar el esmalte resultante.

#### ¿Quieres saber más? (Este texto lo tienes también en la ficha "burbujas")

##### ¿Qué es la tensión superficial de un esmalte?

La tensión superficial ( $\sigma$ ) es una propiedad física de los líquidos. Nos estamos refiriendo, por tanto, a la tensión superficial del esmalte fundido.

Las moléculas situadas en la superficie de un líquido, por ejemplo agua, están sometidas a las fuerzas de cohesión de las moléculas que las rodean parcialmente. La resultante de tales fuerzas está dirigida hacia el interior del líquido perpendicularmente a su superficie (figura 5). Por esta razón, las moléculas de la superficie poseen mayor energía que las del interior. Como consecuencia, la disminución de la superficie de un líquido lleva consigo un trabajo

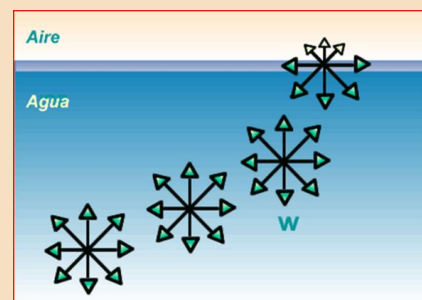


Figura 5. Fuerzas actuantes sobre una molécula de agua en función de su posición.

de las fuerzas de cohesión y, contrariamente, el aumento de esta superficie requiere una aportación de energía exterior. El aumento de energía,  $\Delta W$  necesaria para la creación de una nueva superficie unitaria  $S$ , se denomina energía superficial específica o tensión superficial:

$$\sigma = \frac{\Delta W}{S}$$

La tensión superficial se expresa en  $\text{Nm}^{-1}$ , cuya equivalencia con las unidades cegesimales es  $1 \text{ Nm}^{-1} = 103 \text{ dyn/cm} = 103 \text{ erg/cm}^2$ .

La tensión superficial hace que la superficie de los líquidos, y por tanto también de los esmaltes fundidos, se comporte como una membrana elástica dotada de cierta tensión <sup>(2)</sup> y que, debido precisamente al efecto de la tensión, el volumen de líquido tienda a distribuirse en la menor extensión superficial posible. Por eso, las pequeñas porciones libres de líquido adoptan la forma de gotas esféricas, ya que, para un volumen dado, es la esfera la forma geométrica de menor superficie.

Los esmaltes ordinarios presentan en estado fundido una tensión superficial comprendida entre  $0,2$  y  $0,4 \text{ Nm}^{-1}$ , que es considerablemente elevada en comparación con la de la mayoría de los líquidos <sup>(\*)</sup>, aunque más baja que la de los metales fundidos.

#### ¿Qué influencia tiene la tensión superficial del esmalte?

En general la tensión superficial influye en las siguientes características de los esmaltes:

- Hace que la **superficie** del esmalte se mantenga **lisa y brillante**.
- Una tensión superficial muy alta impide la **formación de una capa intermedia** entre al soporte y el esmalte, así como favorece la retención de burbujas de aire en la superficie del esmalte.
- Una tensión superficial adecuada (no muy elevada y siempre inferior a  $300 \text{ din/cm}$ .), facilita que los **cráteres** que se forman al reventar las burbujas en la superficie, se cierren con facilidad.
- Valores bajos de tensión superficial significan una mayor **reactividad** del esmalte fundido.

#### ¿Qué influye en la tensión superficial del esmalte?

La tensión superficial de un esmalte depende de:

- **Temperatura:**  
La tensión superficial disminuye al aumentar la temperatura. Esta disminución, sin embargo, no es tan acusada como la de la viscosidad en fundido, solo del orden de un 1 a 2 % por cada  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ . En cambio, los esmaltes ricos en  $\text{PbO}$  o en  $\text{B}_2\text{O}_3$  tienen un comportamiento anómalo y muestran un aumento de la tensión superficial con la temperatura <sup>(4) (6) (8)</sup>.
- **Composición del esmalte:**
  - $\text{Al}_2\text{O}_3$ : La adición de alúmina produce un fuerte aumento de la tensión superficial del esmalte.
  - Alcalinos: En general la tensión superficial aumenta al crecer la proporción de óxido de litio, permanece prácticamente invariable al aumentar el óxido de sodio y experimenta una disminución con la introducción de óxido de potasio.
  - Alcalinotérreos y otros divalentes: Análogamente, en las series de vidriados con cationes divalentes la tensión superficial disminuye en el orden  $\text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Sr}^{2+} > \text{Ba}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Cd}^{2+}$ , es decir, a medida que aumenta la polarizabilidad del catión modificador. Esta es la razón por la que los vidriados con contenidos elevados de **óxido de plomo** figuran entre los de menor tensión superficial <sup>(4) (6) (7)</sup>.
  - El  $\text{B}_2\text{O}_3$  disminuye extraordinariamente la tensión superficial.
- **Atmósfera del horno:**  
En general la atmósfera del horno ejerce una acusada influencia en la tensión superficial de los esmaltes, de manera que, a igualdad de composición y temperatura, una atmósfera reductora da, una tensión superficial un 25 % mayor que una atmósfera oxidante <sup>(6)</sup>.

(\*) Por ejemplo, el agua a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  tiene una tensión superficial de  $0,0727 \text{ Nm}^{-1}$  y la acetona, a la misma temperatura de  $0,0237 \text{ Nm}^{-1}$ .

**Bibliografía**

- (1) CANTAVELLA, M. *"Desarrollo de fritas, esmaltes y pigmentos cerámicos. Apuntes"*. Pg. 167. Ed. Conselleria d'Educació de la Generalitat Valenciana. Castellón, 2010.
- (2) HEVIA, R. et al. (Editado, Alicia Durán). *"Introducción a los esmaltes cerámicos"*. Pg. 150. Faenza Editrice. (sf).
- (3) AMORÓS, J.L.; et al. *"Defectos de fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos"*. ITC-AICE. Pg.135-136. Universitat de València. València, 1991.
- (4) PARMELEE, C.W. *"Ceramic glazes"*. Ed. Cahnners Publishing Company, Inc. 3ª Ed. Pg 586. Massachusetts, 1973.
- (5) FRASER, H. *"Ceramic faults and their remedies"*. Pg. 79-81. A & C Black. London, 1986.
- (6) FERNANDEZ NAVARRO, J. M. *"El vidrio"*. Colección Textos Universitarios. Vol VI. 2ª Ed. Pg. 362-372. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Madrid, 1991.
- (7) ENRIQUE NAVARRO, J.E.; NEGRE MEDALL, F. *"Tecnología cerámica. Vol. 5. Esmaltes cerámicos"*. Pg. 931-934. Universidad de Valencia. València, 1985.
- (8) AMORÓS ALBARO, J.L. et al. *"Defectos de fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos"*. Pgs. 134 y 135. AICE-ITCE. Conselleria d'Industria de la Generalitat Valenciana. València, 1991.