

Deformación pirolástica

Descripción

Una deformación pirolástica es una **alteración traumática de la forma y dimensiones** de la pieza, ocasionada durante la cocción, generalmente en el tramo de máxima temperatura del ciclo de cocción.



Figura 1. Figura con deformación pirolástica. Fotografía: M. Dolores Notari.

Causas del defecto

En la cocción de los materiales cerámicos, se desarrolla a temperaturas superiores a 900 o 1000°C una **fase líquida viscosa (fase vítrea)** responsable del aumento de consistencia de la pieza cocida y enfriada. A partir del momento en el que se genera esta fase líquida (fundido) el material deja, paulatinamente, de comportarse como un sólido rígido y su respuesta a la aplicación de fuerzas de deformación es semejante a la de las masas plásticas, es decir, se deforma y mantiene la deformación, una vez cesa la fuerza deformante. Este comportamiento se conoce como "*comportamiento pirolástico*" y la deformación de los materiales sometidos a fuerzas cuando parte de su composición es una fase líquida o fundido, se denomina "*deformación pirolástica*" ⁽¹⁾ ⁽²⁾. Generalmente la fuerza deformante aplicada es el propio peso de la pieza o de otras que caigan sobre ella, por roturas de placas, etc.

La deformación depende, por tanto de la **cantidad de fase vítrea** formada y de su **viscosidad** de manera que a mayor cantidad de líquido y a menor viscosidad de este, mayor será la capacidad de deformación del material.

La **composición de la pasta** influye en la cantidad de fase vítrea formada y en su viscosidad. Así pues, por ejemplo, la presencia de alcalinos en la composición aumenta la cantidad de fundido y disminuye su viscosidad. También la presencia de calcio en la composición genera una fase líquida muy poco viscosa a partir de unos 1050 – 1100 °C que puede ser la causa de importantes deformaciones pirolásticas.

La **temperatura** es el parámetro que más influye en la deformación pirolástica, de manera que cuanto mayor sea la temperatura, mayor es la cantidad de fundido y menor su viscosidad, por lo que a medida que aumenta la capacidad de deformación del material.

La cantidad de fase vítrea, y por lo tanto a deformación pirolástica también se ve afectada por el tiempo de permanencia a la máxima temperatura y, en general, por el **tiempo de permanencia** a temperaturas en las que existe fase vítrea, por lo que el **ciclo de cocción** empleado también ejerce una notable influencia en la deformación pirolástica de los materiales.

Aunque no es frecuente que ocurra, se puede cocer una hornada, o algunas piezas de la hornada, a una **temperatura excesiva**. Esto puede ocurrir en alguno de los siguientes casos:

- Avería o fallos en el sistema de medida de la temperatura.
- Error en la elección de ciclo de cocción.
- Avería en el programador del horno.
- Introducir por error una pieza moldeada con una pasta de baja temperatura en una cocción para gres o porcelana.
- Empleo de pastas de formulación propia que no han sido previamente probadas.
- Confusión en el empleo de alguna materia prima del soporte.

Además, en hornos de llama directa, de gas o sobre todo, de leña, es posible que una mala carga del horno provoque que haya piezas que estén en parte, o totalmente, expuestas a la llama. Por otra parte, en algunos hornos de leña, especialmente en aquellos que se diseñan con cámaras de cocción mucho más altas que anchas (algunos smokeless, p.e.) pueden darse grandes gradientes de temperatura entre la parte inferior y la superior, lo que puede confundirnos a la hora de medir la temperatura y provocar deformaciones pirolásticas en la parte alta de la cámara.

¿Cómo solucionarlo?

El defecto puede presentarse especialmente en esculturas de gres o de porcelana en las que las masas se encuentran irregularmente distribuidas, por lo que debe proyectarse la forma de estas teniendo en cuenta su posible deformación durante la cocción.

El **ciclo de cocción** debe ser el **adecuado**, equilibrando el tiempo necesario de permanencia, las temperaturas de calentamiento y enfriamiento a temperaturas elevadas y la temperatura máxima de cocción.

Asegurarse de que el regulador del ciclo de cocción y los medidores de temperatura del horno funciona correctamente (ver ficha "*Requemado*").

Una **molienda muy intensa de la pasta** (si es compatible con el efecto estético deseado) puede permitir rebajar algo la temperatura de cocción, ya que aumenta la reactividad de los componentes de la pasta al disminuir su tamaño de partícula. Esta disminución de la temperatura de cocción permite obtener una fase líquida más viscosa y, por tanto, una menor capacidad de deformación.

¿Quieres saber más?

La **piroplasticidad** es la capacidad de deformación de un material por la acción del calor.

La deformación pirolástica de un material depende de ⁽¹⁾:

- La **fuerza aplicada**, que, en nuestro caso suele ser el propio peso. Esto no siempre es así. En la figura 2 puedes ver una baldosa industrial deformada a causa del empuje de las baldosas situadas detrás en un atasco en el tapete del horno monoestrato, durante un atasco en el tapete.



Figura 2. Baldosa industrial deformada por efecto del empuje de otras baldosas en un atasco en el tapete del horno monoestrato. Fotografía: Ana Monferrer.

- La **cantidad de fase vítrea** que se ha generado. A medida que aumenta la cantidad de fase vítrea generada aumenta la capacidad de deformación del material, es decir, aumenta la piroplasticidad.
- La **viscosidad de la fase vítrea**. Cuanto menor sea la viscosidad de la fase vítrea, mayor será la capacidad de deformación del material y, por lo tanto, mayor su piroplasticidad.

De lo dicho anteriormente se desprende que piezas de gran masa o formas geométricas con la masa irregularmente distribuida tienen una mayor tendencia a la deformación, y que una excesiva temperatura y/o tiempo de permanencia a la temperatura de cocción demasiado elevado pueden provocar la deformación piroplástica de la pieza.

Comparación / medida de la piroplasticidad.

a) *Comparación de la capacidad de deformación de varias composiciones.*

Puedes comparar la tendencia a la deformación piroplástica de una pasta respecto a otras de manera bastante sencilla con un montaje como el que puedes ver en la figura 3.

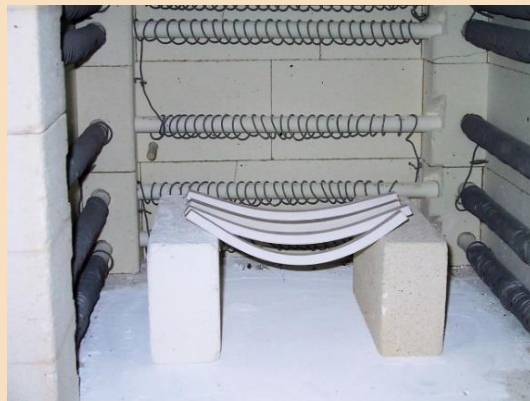


Figura 3. Montaje para la comparación o medida de la piroplasticidad. Fotografía: Maite Larena.

Como puedes ver en la figura 3, se han colocado barras de diferentes composiciones de pastas, cuya piroplasticidad se pretende comparar, elaboradas de la misma manera y con el mismo espesor apoyadas en dos soportes y se han cocido con el ciclo de cocción correspondiente al producto que se pretende elaborar. Lógicamente, a mayor curvatura, mayor capacidad de deformación tiene la pasta en cuestión.

b) *Medida del índice de plasticidad.*

En realidad, el montaje de la imagen anterior tiene por objetivo medir un parámetro denominado "**índice de piroplasticidad**" que determina la tendencia a la deformación piroplástica, por acción de la gravedad, de un material, cuando este se cuece mediante un ciclo térmico determinado.

El procedimiento de medida consiste en la determinación de la curvatura experimentada por una probeta suspendida de sus extremos, tal como se muestra en las figuras 3 y 4.

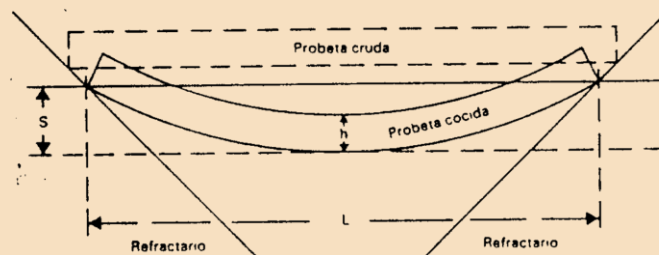


Figura 4. Medida del índice de piroplasticidad según Escardino, A. et al. (1).

El índice de piroplasticidad (**IP**), para una probeta **rectangular** viene dado por la expresión ⁽¹⁾:

$$IP = \frac{4 \cdot h^2 \cdot S}{3 \cdot L^4}$$

En la que **h** es el espesor de la probeta cocida y **L** la distancia entre los apoyos de la probeta cocida y **S** la flecha de curvatura. Si todas las distancias se expresan en cm, el índice de piroplasticidad se mide en cm⁻¹.

Bibliografía

- (1) ESCARDINO BENLOCH, A. et al. *"Defectos de planaridad en las piezas de pavimento gresificado motivados por deformación pirolástica. Influencia de las variables de proceso"*. Taulells, 3. Pg.3 -9. (1985).
- (2) AMORÓS, J.L.; et al. *"Defectos de fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos"*. ITC-AICE. Pg.160. Universitat de València. València, 1991.