

Conceptos generales sobre la cocción

¿Qué es la cocción?

Se entiende por **cocción** de productos cerámicos, el calentamiento de las piezas moldeadas de acuerdo con un plan preestablecido, seguido de un enfriamiento según un plan igualmente bien definido ⁽¹⁾.

Este plan de calentamiento y enfriamiento es lo que se conoce como **ciclo de cocción**.

El **ciclo de cocción** es, por tanto un programa que relaciona **tiempo, temperatura y atmósfera del horno**. Su desarrollo depende de las reacciones químicas y las transformaciones físicas que tengan lugar en los productos, es decir de la acción del calor en los materiales.

En la fabricación o en la elaboración artesanal de productos cerámicos se distinguen dos tipos de procesos atendiendo al número de cocciones realizadas:

- **Bicocción**. Los productos sufren dos cocciones. Durante la primera se cuece el soporte hasta una temperatura en la que se han producido la mayor parte de las desgasificaciones y a la que adquiere una porosidad y una resistencia mecánica que facilita la operación de esmaltado.
- **Monococción**. Se esmalta el soporte en crudo y se cuece el producto en una única cocción. En este tipo de proceso todas las reacciones y transformaciones del soporte y del esmalte tienen lugar conjuntamente.

Eventualmente puede darse una tercera cocción, a menor temperatura, en la que se cuecen aplicaciones decorativas sobre el producto acabado (independientemente de que este se haya producido por monococción o por bicocción). Esta tercera cocción se suele denominar "**tercer fuego**" y permite el empleo de materiales especiales de decoración, como metales preciosos, algunos pigmentos inestables a elevadas temperaturas, granos de vidrio, etc. que por naturaleza no pueden soportar las temperaturas más elevadas de cocción de pastas cerámicas.

Cuando se calientan los materiales cerámicos hasta la temperatura de cocción, siguiendo el ciclo de cocción preestablecido van, por tanto, experimentando diferentes cambios graduales que en su mayoría son irreversibles. Estos cambios pueden ser de dos tipos:

- **Físicos**. Un cambio físico es una transformación que afecta a las propiedades físicas del material sin alterar su composición química.
- **Químicos**. Un cambio químico es una transformación que altera la composición del material.

Algunas características generales de la acción del calor en las composiciones cerámicas.

Antes de abordar los cambios físicos y químicos de los materiales cerámicos por la acción del calor, es conveniente detenerse en algunas características generales que se derivan del comportamiento de las composiciones cerámicas frente al calor ⁽²⁾:

- Las transformaciones durante el **calentamiento de los minerales arcillosos** dan lugar a la aparición de fases refractarias de mullita, enstatita y espinela.
- La rigidez y gran parte de las propiedades del producto cocido se deben a la **formación de una fase líquida** procedente de la fusión completa o parcial de algunos materiales de la composición de la pasta, que al enfriar, forma una masa vítrea compacta que envuelve y cementa a los demás materiales que han permanecido infundidos formando el conjunto un sólido rígido. Es posible que durante el calentamiento o durante el enfriamiento, parte de esta masa vítrea **desvitrifique** formando nuevas estructuras cristalinas en su interior.

- Un importante criterio de clasificación de las pastas cerámicas es la presencia o la ausencia de **carbonatos** ⁽³⁾. Las pastas con carbonatos pueden desarrollar fases cristalinas de anortita, gelenita o pseudowollastonita, de gran importancia en las propiedades del producto acabado.
- El **color** obtenido tras la cocción depende sobre todo de la cantidad de **hierro** de la composición. Titanio y materia orgánica influyen también en la coloración final.
- La **refractariedad o fundencia** de la composición hace referencia a la temperatura a la cual se inicia el proceso de fusión de componentes de la pasta.
- Algunos materiales presentes como "**impurezas**" en las composiciones de las arcillas pueden dar lugar a defectos en el producto acabado.
- La **materia orgánica** aumenta la plasticidad de las arcillas. Sin embargo, en ciclos rápidos, en productos de gran espesor y/o en atmosferas reductoras puede facilitar la aparición de "**corazón negro**" en los productos cocidos.

Reacciones químicas durante la cocción

Los principales cambios químicos que sufren los materiales cerámicos durante el proceso de cocción son los siguientes:

Oxidación de la materia orgánica. La materia orgánica se presenta en las materias primas arcillosas principalmente como lignitos y ácidos húmicos ⁽⁴⁾. Durante la cocción de piezas cerámicas obtenidas a partir de materias primas que contienen cantidades apreciables de materia orgánica pueden presentarse problemas asociados a la presencia de "corazón negro".

Descomposición de compuestos que contienen oxígeno. Se encuentran en este grupo de reacciones las descomposiciones de carbonatos, sulfatos, hidróxidos, etc. Estas reacciones generan gases (CO_2 , H_2O , SO_3) que pueden provocar defectos en la capa de esmalte como [pinchados](#), [burbujas](#) o cráteres.

Deshidroxilación de mineral arcilloso. Consiste en la descomposición de los cristales de mineral con pérdida de los grupos OH⁻, presentes en la estructura. Suele denominarse también como "pérdida de agua química" y en el caso de la caolinita supone una importante destrucción del retículo cristalino para dar lugar a una estructura más desordenada.

Cristalización. Pueden ocurrir cambios estructurales que suponen la formación de cristales a partir de estructuras amorfas o parcialmente desordenadas, como las cristalizaciones obtenidas a partir de núcleos de cristalización durante el enfriamiento o las cristalizaciones con obtención de mullita y otras especies en la caolinita y en la illita, ocurridas después de la deshidroxilación.

Transformaciones físicas durante la cocción

Las principales transformaciones físicas que sufren los materiales cerámicos durante el proceso de cocción son los siguientes:

Cambios alotrópicos. Son cambios que implican variaciones estructurales. Estas variaciones pueden ocurrir sin rotura o con rotura de enlaces y se denominan reacciones de inversión o de conversión, respectivamente. Estas variaciones estructurales implican cambios dimensionales. Por ejemplo, la transformación alotrópica del α -cuarzo en β -cuarzo que ocurre de manera reversible a 573 °C.

Sinterización. Es el proceso mediante el cual un sistema de partículas individuales o un cuerpo poroso modifican algunas propiedades evolucionando hacia un estado de máxima compacidad.

Cambios de estado. Durante la cocción se produce la fusión de algunos componentes (cambio de estado de sólido a líquido) o la evaporación de líquidos (cambio de estado de líquido a gas).

Cambios dimensionales. Durante el calentamiento tiene lugar inicialmente una dilatación debida al calor, posteriormente los materiales contraen por efecto de las pérdidas de masa, la fusión de componentes y la sinterización y durante el enfriamiento tiene lugar una nueva disminución de dimensiones debido a la disminución de temperatura del material.

Bibliografía

- (1) ENRIQUE NAVARRO, J.E.; AMORÓS ALBARO, J.L. MONZÓ FUSTER, M. *"Tecnología cerámica. Vol. 6. Secado y cocción"*. Pg. 647. Universidad de Valencia. València, 1985.
- (2) SANCHEZ-MUÑOZ, L.; CARDA, J.B. *"Materias primas y aditivos"*. Enciclopedia cerámica. Vol-2.2. Pgs 88-89. Ed. Faenza Editrice Ibérica. Castellón, 2003.
- (3) BARBA, A; et al. *"Materias primas para la fabricación de soportes de baldosas cerámicas"*. 2ª Ed. ITC-AICE. Castelló. 2002.
- (4) NEGRE MEDALL, F. *"Mecanismo de formación y cinética de oxidación del corazón negro durante la cocción de pezas cerámicas"*. (Tesis doctoral). Universitat de València. Facultat de Química. Departament d'Enginyeria Química. València, 1989.