

Porcelana eléctrica y su característica de cero porosidad

Ingeniero Adolfo León Cano Hencker

1. Naturaleza de la porcelana eléctrica

La porcelana eléctrica es un producto cerámico fabricado con materiales de tal naturaleza y sometido durante la cocción a unas temperaturas tales, que permitan obtener un material VITRIFICADO, "NO POROSO" per sé, sin necesidad de recubrimientos o esmaltes para lograr su total impermeabilidad.

La porcelana eléctrica, preparada por el proceso húmedo es la más importante de las pastas triaxiales de cerámica blanca y debe tener "CERO POROSIDAD", propiedad que poseen muy pocos productos cerámicos.

Los esmaltes aplicados a los aisladores de porcelana tienen como finalidad dar una buena apariencia al producto proporcionando una superficie tersa que permita el auto-lavado por acción de las lluvias y el viento, y aumentar la resistencia mecánica del aislador. Contrario a lo que piensa el común de la gente, los esmaltes no tienen que ver con la prevención de absorción de agua en la porcelana. Por su porosidad cero la porcelana misma no absorbe agua.

Los principales constituyentes de la porcelana eléctrica son: Arcillas, Caolines, feldespato, cuarzo y sílice. ver fig. 1 "Diagrama triaxial de la porcelana".

La función de cada uno de los materiales constituyentes es la siguiente:

Las arcillas imparten plasticidad, permiten la formación de las piezas en estado húmedo y dan una buena resistencia mecánica en seco, la cual es requerida para el manejo de la producción.

Los caolines dan estabilidad en el proceso de cocción y reducen la tendencia a la deformación pirolástica.

Los feldespatos son formadores de vidrio durante el proceso de cocción aunque las arcillas y el cuarzo también participan en la vitrificación. El cuarzo se disuelve parcialmente durante el proceso de cocción, creándose un fuerte enlace entre los cristales remanentes de cuarzo y la fase vítrea que le rodea. El enriquecimiento en Al_2O_3 de la fase vítrea durante la cocción, origina la generación de cristales aciculares de Mullita, mineral que refuerza el

sistema dándole mayor resistencia mecánica y bajando la probabilidad de deformación a las altas temperaturas del horno.

2. Preparación de la mezcla

Las arcillas, los caolines, el feldespato y el cuarzo finamente molidos son almacenados en tanques o silos, después de ser sometidos a la prueba de calidad de recepción. Los materiales se mezclan con la cantidad adecuada de agua conformando una mezcla de consistencia cremosa denominada "barbotina".

El agua es utilizada como el medio para lograr una completa homogeneidad y permitir la mezcla íntima de los materiales constitutivos. Los posibles aglomerados de partículas se desintegran con la ayuda de dispersores de alta velocidad

Este proceso de preparación de la mezcla de los materiales por vía húmeda es denominado "PORCELANA POR PROCESO HÚMEDO" y es exigido en las normas ANSI C29.1 a C29.9 para todos los aisladores de línea con el propósito de asegurar calidad y homogeneidad del producto final.

Una vez obtenida la mezcla o barbotina se procesa a través de tamices y separador magnético con el fin de remover partículas gruesas y materiales ferrosos y se bombea a un filtro prensa para reducir el contenido de agua del 50% al 22% y conformar una masa plástica llamada "Galleta".

3. Proceso De Cocción

Las piezas formadas se someten entonces a procesos de secado y esmaltado.

Las piezas secas y esmaltadas se someten al proceso de cocción en hornos túnel o en hornos discontinuos en los cuales se dan lugar las reacciones termoquímicas y la formación de las fases amorfas y cristalinas que permiten lograr la densificación y vitrificación de la porcelana para alcanzar CERO POROSIDAD.

PORCELANA

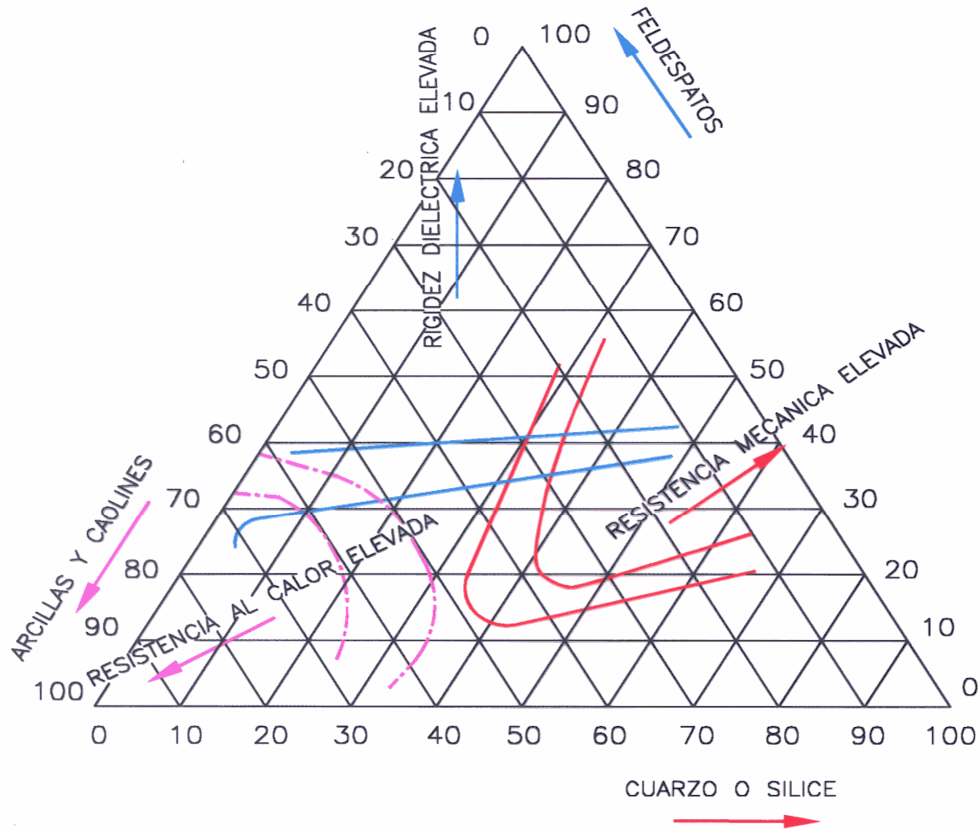


FIG. 1 DIAGRAMA TRIAXIAL DE LA PORCELANA

La figura 2 “Curva de densidad aparente Vs. Temperatura de Cocción-Horno gradiente”, es una curva típica utilizada en el desarrollo de pastas de porcelana para conocer el comportamiento de las pastas con respecto a la temperatura. Dicha curva presenta tres zonas:

La zona 1 comprendida entre T0 y T1 muestra un incremento en densidad aparente desde 1.9 hasta 2.3 gramos por centímetro cúbico con disminución de la porosidad desde 8% hasta 0% a medida que se aumenta la temperatura de cocción hasta T1. El área comprendida entre T0 y T1 corresponde a “PASTA CRUDA”, en la cual existe porosidad por deficiencia de temperatura.

La zona 2 comprendida entre T1 y T4 nos muestra que a medida que aumenta la temperatura de cocción no hay cambios en los valores de densidad aparente y se obtiene el “intervalo de temperatura” de cocción de la porcelana, zona en la cual se logra la mayor densidad aparente, completa vitrificación de la porcelana y CERO POROSIDAD.

Dentro del intervalo de temperatura T1 a T4 se escogen los límites de temperatura del horno entre T2 y T3, con el fin de asegurar el proceso de cocción.

La zona 3 comprendida entre T4 y T5 nos muestra que alcanzada la temperatura T4, se presenta una disminución de la densidad aparente con aumento de porosidad, a medida que aumenta la temperatura de cocción.

El área comprendida entre T4 y T5 corresponde a “PASTA HERVIDA”, en la cual se presenta porosidad por exceso de temperatura. (Presencia de burbujas por sobre-cocción del material).

Entre las porcelanas, la porcelana eléctrica utilizada para la fabricación de aisladores de media y alta tensión, es la de más alto grado. Dentro de las características principales se incluyen las siguientes: Porosidad nula, alta resistencia mecánica, altas propiedades aislantes, químicamente inerte, un elevado punto de fusión y en consecuencia, alta estabilidad.

Se producen en tamaños físicos tales que soporten tanto las solicitaciones de tipo eléctrico como de tipo mecánico.

Debe soportar las inclemencias del tiempo y de la naturaleza, los cambios bruscos de temperatura, las cargas mecánicas dinámica y estáticas, la acción de los rayos ultravioleta, las lluvias ácidas, los gases corrosivos y fenómenos eléctricos impredecibles.

Para mantener el aislamiento eléctrico se requiere CERO ABSORCIÓN DE AGUA, de tal manera que la porcelana sea completamente impermeable. Como se mencionó

antes no es el esmalte el que genera la impermeabilidad y la no porosidad en el aislador, es la porcelana eléctrica misma la que posee "CERO POROSIDAD". La prueba de rutina para confirmar cero absorción de humedad en la porcelana se efectúa a través del ensayo de porosidad definido en las normas ANSI C29.1, IEC 672-2 e ICONTEC 1285, así

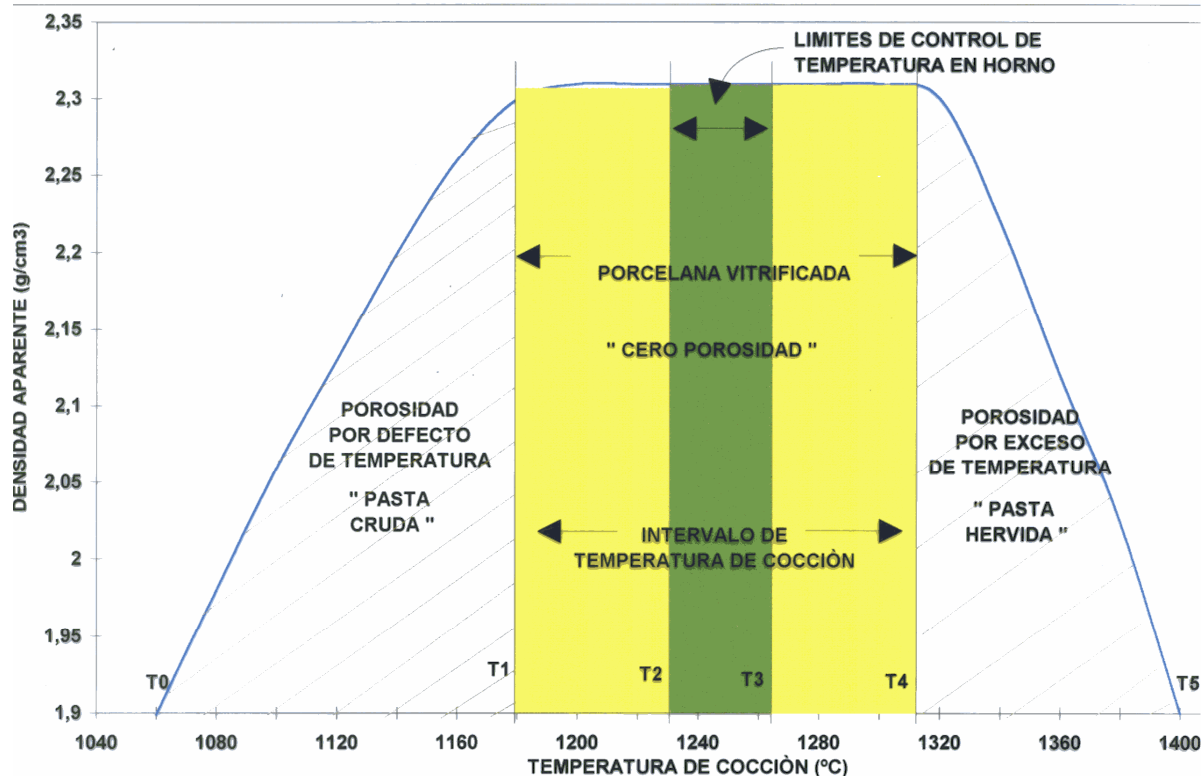


FIG 2. CURVA DE DENSIDAD APARENTE VS TEMPERATURA DE COCCIÓN DE PASTA DE PORCELANA (HORNO GRADIENTE)

3.1 Ensayo de porosidad prueba de fucsina.

- **Preparación de los objetos de ensayo.**

Se usan fragmentos libres de esmalte de un aislador quebrado o de piezas sometidas a pruebas destructivas, con superficies limpias expuestas para este ensayo. Al menos el 75% de la superficie estará libre de esmalte u otro tratamiento. Se recomienda fragmentos entre 6 y 19 mm.

- **Solución de ensayo**

Consiste en un gramo de fucsina básica disuelta en un litro de alcohol metílico al 50%. Si se usa alcohol desnaturalizado se debe seleccionar de manera que no reaccione con el colorante y cause pérdida de color. La fucsina es un trazador de color fucsia.

- **Procedimiento.**

Los objetos de prueba se sumergen completamente en la solución de ensayo dentro de una cámara presurizada a 68900 KN/m² (10.000 PSI) durante dos horas mínimo. Al finalizar la aplicación de la presión, el objeto de prueba se seca completamente y se parte para examinarlo.

- **Interpretación de los resultados.**

La porcelana eléctrica no debe permitir la penetración del colorante en el objeto de prueba, determinada mediante inspección visual.

4. Aseguramiento de cero porosidad en la porcelana eléctrica

Para asegurar las características de CERO POROSIDAD en la fabricación de la porcelana eléctrica se deben considerar los siguientes puntos:

1. Calidad y homogeneidad de los materiales arcillosos constituyentes de la porcelana:
 - Composición química.
 - Composición mineralógica
 - Distribución de tamaño de partículas
 - Fracción coloidal
2. Formulación y preparación de la mezcla por proceso húmedo asegurando completa dispersión y homogeneización de los materiales.
3. Control predictivo de proceso (CPP) para asegurar constancia en las variables críticas de la porcelana.

4. Amasado y extrusión para lograr homogeneización y des-aireación de la masa plástica.
5. Calidad del proceso de cocción para asegurar la formación de las fases amorfas y cristalinas que permitan obtener una porcelana densa y vitrificada de CERO POROSIDAD. Ver figura 3

Si desea cambiar su dirección electrónica, suscribir a un colega, solicitar ediciones anteriores o borrarse de la lista de distribución, envíenos un mensaje a:

carango@gamma.com.co

Atn Ing. Claudia Arango Botero.

Visítenos en nuestra página Web:
<http://www.gamma.com.co> o www.corona.com.co

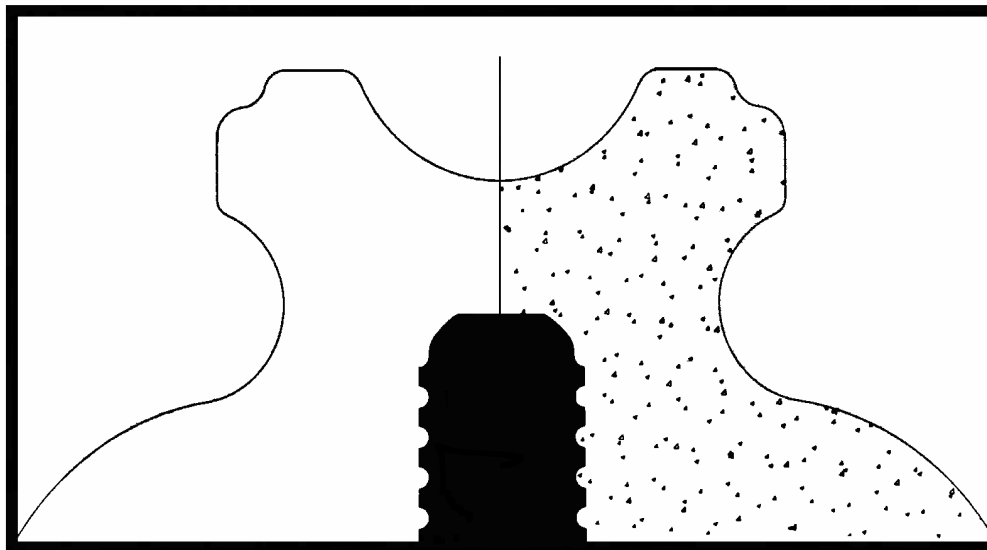


FIG 3. PORCELANA ELÉCTRICA Vs. PORCELANA POROSA

La porosidad es el mayor enemigo de la porcelana. Si la porcelana no es densa y homogénea, no es confiable eléctrica ni mecánicamente. La figura muestra las secciones de dos aisladores similares. El de la izquierda es de porcelana eléctrica fabricada por proceso en húmedo y el de la derecha es porcelana común grado corriente.