

Tema 1. Introducción a la Química de los materiales cerámicos

¿Qué se entiende por material cerámico?

Una definición amplia de materiales cerámicos diría que son sólidos inorgánicos no metálicos producidos mediante tratamiento térmico.

Comparados con los metales y plásticos son duros, no combustibles y no oxidables

Pueden utilizarse en ambientes con temperatura alta, corrosivos y tribológicos.

En dichos ambientes muchas cerámicas exhiben buenas propiedades electromagnéticas, ópticas y mecánicas

Una característica fundamental del término material incluye que puedan fabricarse en formas con dimensiones determinadas

Constitución de los materiales cerámicos

Están formados por una combinación de fases cristalinas y/o vítreas

Se pueden presentar en función de la aplicación como sólido denso, polvo fino, película, fibra, etc.

Los hay constituidos por una fase cristalina o una fase vítrea, denominándose monofásicos

Los constituidos por muchos cristales de la misma fase cristalina se denominan policristalinos

Los monocristales se refieren a materiales constituidos por un solo cristal de una única fase

¿Qué elementos o combinación de elementos forman los materiales cerámicos ?

En general los componentes de los materiales cerámicos, fase(s) cristalina(s) y/o vítrea(s), están formados por elementos metálicos y no metálicos

Los enlaces en las diferentes fases pueden tener desde naturaleza iónica a covalente

¿Qué propiedades tienen los materiales cerámicos ?

Las propiedades de los materiales cerámicos cubren un amplio intervalo de necesidades

Propiedades mecánicas

Propiedades térmicas

Propiedades ópticas

Propiedades eléctricas

Propiedades magnéticas

Propiedades químicas

¿De qué dependen las propiedades de los materiales cerámicos ?

Las propiedades de los materiales cerámicos vienen determinadas en cuatro niveles :

Átomico

Ordenación de átomos, cristalino o amorfo

Microestructura

Macroestructura

Tipos de materiales cerámicos

Podemos diferenciar entre dos grandes grupos de materiales cerámicos, los tradicionales y los denominados cerámicas técnicas. Estos últimos también se conocen como cerámicas ingenieriles, avanzadas o tecnológicas

Productos usuales de la cerámica tradicional :

Cerámicas de mesa, pavimentos y revestimiento

Sanitarios

Refractarios

Porcelanas (aislantes, decorativas)

¡Los materiales cerámicos son mucho más !

Los productos de cerámicas técnicas se utilizan para una amplia variedad de tecnologías :

Aeroespacial : Materiales ligeros de alta resistencia mecánica y de alta temperatura para motores, aviones, revestimientos de lanzadera espacial,...etc

Automatismo : Sensores, componentes de alta temperatura

Biomedica : Huesos, dientes, materiales de implante

Óptica/Fotónica : Fibras ópticas, amplificadores laser, lentes, ..etc

Electrónica : Condensadores, sustratos de circuito integrado, aislantes,..etc

Energía : Celdas de combustible sólidas, combustible nuclear

Características de la industria cerámica

Es una industria en la que se involucran miles de billones de euros

Entre sus características destacan :

Se utilizan en muchas otras industrias como elementos básicos

Industria del cemento, siderurgia

Constituyen partes de sistemas complejos

Núcleos magnéticos en memorias de ordenadores

Permiten nuevas tecnologías

Esquema general del procesado de los materiales cerámicos

Las etapas básicas en la fabricación de productos cerámicos son :

Mezclado y molturación de materias primas

Conformación

Moldeo

Secado

Cocción

En función del tipo específico de material cerámico fabricado se introducirán una o varias etapas adicionales :

Montaje en piezas con formas complicadas

Esmaltado en cerámicas decorativas o que requieran modificar ciertas propiedades cerámicas

Lavado y molienda en materiales cerámicos pulverulentos, como los pigmentos cerámicos

Materias primas cerámicas

En las cerámicas tradicionales se utilizan materias primas de depósitos naturales

Arcillas, feldespatos, cuarzo

Poco purificadas

Se forman múltiples fases en la cocción

Para cada composición se dan muchas aplicaciones

En las cerámicas técnicas

Las materias primas son de pureza alta

Presentan fase única

Cada composición tiene una aplicación específica

Conformación

Materiales cerámicos

Colaje

Extrusión (calibrado, torneado)

Prensado

Materiales vítreos

Colaje

Extrusión

soplado

Estirado

Prensado

Cocción

Reacciones químicas que den lugar a fases determinadas de interés

Procesos de sinterización (densificación, crecimiento de grano, disminución de porosidad)

Palabras clave. Definición de conceptos

Cerámica : Productos obtenidos mediante la acción del calor.

Materiales cerámicos : Materiales sólidos inorgánicos no metálicos. Comparados con los metales y plásticos son duros, no combustibles y no sufren oxidación. Están constituidos por elementos metálicos y no metálicos.

Materiales metálicos : Materiales sólidos inorgánicos constituidos por elementos metálicos. Son conductores del calor y la electricidad, presentan resistencias mecánicas altas y son dúctiles y maleables.

Materiales polímeros : Materiales sólidos constituidos a partir de moléculas orgánicas mediante un proceso denominado polimerización. Presentan baja resistencia mecánica, baja conductividad eléctrica y térmica y no se pueden utilizar a alta temperatura.

Materiales compuestos : Materiales sólidos formados por dos o más tipos de materiales, lo que resulta en sólidos con propiedades imposibles de obtener con un solo tipo de material. Son ligeros, fuertes, rígidos y resistentes a temperaturas altas

Ductilidad : Capacidad de un material de experimentar una deformación plástica apreciable antes de romper.

Fragilidad : Cuando en el proceso de fractura, es decir de separación de un cuerpo en dos o más piezas en respuesta a una tensión aplicada estática, se da poca o ninguna deformación plástica en el material antes de romperse.

Estructura atómica : Se refiere a la estructura a escala atómica del material. Es decir el tipo de átomos, la naturaleza de su enlace y el modo en que los átomos están dispuestos unos respecto de otros. La estructura atómica determina principalmente las propiedades térmicas, eléctricas, magnéticas, ópticas y químicas.

Estructura cristalina : Modo en que los átomos o iones están ordenados en el espacio en los materiales cristalinos. Se define en términos de la geometría de la celdilla unidad y de la posición de los átomos dentro de la celdilla.

Estructura vítrea o amorfa : Falta de ordenación de los átomos o iones, es decir que tiene una estructura no cristalina.

Microestructura : Parte de la estructura que puede ser vista mediante un microscopio. Se refiere a las características de grandes grupos de átomos enlazados entre si constituyendo lo que se denomina una fase, es decir al tamaño, forma, distribución relativa y contenido relativo de la diferentes fases cristalinas y/o vítreas que constituyen el material. Aunque la microestructura afecta a las propiedades dependientes del nivel atómico sobretodo determina las propiedades mecánicas.

Macroestructura : Aspecto macroscópico de la estructura, es decir visible a simple vista. Se refiere, por tanto, a la forma, tamaño y demás características observables que pueden afectar a ciertas características del material.

Propiedades : Respuestas a estímulos específicos ejercidos sobre el material.

Técnicas de conformación : Métodos para dar forma a un material.

Colaje : Consiste en verter una suspensión de la composición deseada en un molde que tiene la forma prevista, formandose una capa sólida en la pared interior del molde al absorber el dispersante.

Extrusión : Consiste en aplicar una fuerza de compresión sobre una mezcla plástica para que circule a traves de una cavidad que actua como molde (boquilla, en general metálica).

Prensado : Aplicación de una fuerza de compresión sobre una masa plástica estática.

Plasticidad : Capacidad de un material de mantener una deformación permanente o no recuperable después de aplicar una carga.

Elasticidad : Capacidad de un material de recuperar la forma al eliminarse el esfuerzo aplicado.

Sinterización : Es el nombre general para el proceso de densificación de un material policristalino, con o sin presencia de fase líquida para ayudar al transporte de materia.

Policristalino : Material sólido constituido por más de un cristal o grano.

Monocristalino : Material constituido por un solo cristal.

Densificación : Procesado térmico mediante el cual los granos que constituyen el material crecen formándose uniones entre ellos lo que produce un efecto de aproximación aumentando la densidad del material, pudiendo esta aproximarse a la densidad cristalina teórica.

Crecimiento de grano : Incremento del tamaño medio de grano de un material

Límite de grano : Intercara que separa dos granos vecinos con distintas orientaciones cristalográficas.