

Los cerámicos materiales del futuro

Gustavo Tovar Torres

Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

Este documento fue escrito por Gustavo Tovar Torres para la Revista de Ingeniería de la Universidad de los Andes (No 3, Agosto de 1992, 25-28).

A continuación, reproducimos un fragmento del artículo.

Como este artículo trata sobre los materiales cerámicos, debemos principiar definiéndolos química y estructuralmente. Los cerámicos son compuestos inorgánicos de metal y no metal. Esta definición incluye las rocas naturales y los minerales, los cuales se excluyen generalmente de la categoría de los cerámicos, pero cuyas propiedades son frecuentemente similares a las de los cerámicos técnicos. Por ejemplo, las gemas naturales y las sintéticas como el diamante y el zafiro, son importantes en varias aplicaciones ópticas. En general, consideramos los cerámicos como aquellos materiales inorgánicos elaborados por el hombre.

Los vidrios se consideran como una subclase de los cerámicos. La diferencia entre los dos es que los cerámicos tienen una estructura cristalina periódica de alto orden y los vidrios tienen un orden cristalino corto, solamente a nivel de subunidades pero éstas se empaquetan al azar. Un ejemplo de un vidrio natural es la obsidiana (una roca volcánica). Algunos vidrios pueden convertirse en cerámicos por medio de tratamientos térmicos, durante los cuales se nuclean y crecen los cristales dentro del vidrio. Un ejemplo clásico de este tipo de material, conocido como vidrio-cerámico, es el Pyroceram desarrollado por la Corning Incorporated para su utilización en vajillas (Corelle por su nombre comercial).

La mayoría de los cerámicos son compuestos de óxidos, carburos, nitruros o boruros, aunque otros materiales califican también como cerámicos. Por ejemplo, los materiales semiconductores tales como el arseniuro de silicio y de galio tienen muchas propiedades semejantes o similares a los de los cerámicos tradicionales. Las estructuras cristalinas en los cerámicos pueden ser de muchos tipos. El enlace atómico entre los átomos en los

cristales puede variar desde completamente iónico (por ejemplo el Fluoruro de Magnesio utilizado para ventanas de transmisión infrarroja) hasta completamente covalente (por ejemplo el carburo de Silicio utilizado para estructuras de alta temperatura tales como intercambiadores de calor).

Muchos cerámicos que tienen aplicaciones técnicas o de ingeniería se utilizan en forma de material policristalino. Esto es, que consisten de granos individuales, los cuales son realmente cristales simples, unidos entre sí durante el procesamiento a temperaturas elevadas. Las estructuras cristalinas dentro de cada grano son generalmente orientadas de un grano a otro, lo cual conduce a dificultades potenciales en términos de anisotropía en las propiedades elásticas o térmicas. En el lado positivo, este defecto de orientación puede conducir a una resistencia mejorada a la propagación de grietas a través del material. Los límites entre los granos pueden constituir por sí mismos fuentes de localización de impurezas, fuentes de fallas, o en algunos casos medios para lograr propiedades únicas en el material (por ejemplo, capacitores de capa-límite).

Cuando pensamos en los cerámicos tradicionales incluimos los ladrillos y otros productos de arcilla, las porcelanas blancas, los cementos y aún el óxido de aluminio que se utiliza en las bujías de ignición y en los sustratos de las tarjetas electrónicas. Los vidrios tradicionales incluyendo el vidrio común de ventanas, los vidrios ópticos y varios vidrios utilizados como sellos. Mientras que estos vidrios y los materiales cerámicos representan una fracción considerable de la industria cerámica, el interés en los años recientes se ha centrado en los denominados cerámicos avanzados (cerámicos en Ingeniería).

Los cerámicos avanzados son materiales que se han desarrollado por sus propiedades mecánicas, eléctricas, ópticas y magnéticas particulares. Durante los años pasados, los materiales cerámicos se han utilizado incrementalmente en componentes estructurales y funcionales. Porque estos materiales se han constituido en un factor tan importante en las nuevas aplicaciones?. Existen varios factores motivantes para la utilización de vidrios y cerámicos avanzados en varias áreas nuevas. Su excelente resistencia química y a la corrosión en varios ambientes y en un amplio intervalo de temperaturas, su transparencia óptica en un amplio intervalo de longitudes de ondas desde el ultravioleta al infrarrojo, su alta dureza y resistencia al desgaste y sus características eléctricas únicas, los hacen materiales atractivos para un amplísimo intervalo de aplicaciones. Como ejemplo incluímos en la categoría de los cerámicos avanzados los siguientes:

1. El Carburo y el Nitruro de Silicio utilizados por su resistencia mecánica y su resistencia a la oxidación a temperaturas elevadas.
2. El material compuesto de Carburo de Boro con un metal, utilizado para discos y ruedas abrasivas en el mecanizado.
3. Los compuestos reforzados con fibras o con filamentos muy finos (Whiskers), los cuales exhiben una "falla decorosa" en lugar de una falla catastrófica, por lo cual se utiliza en varias estructuras.
4. Los óxidos complejos que tienen propiedades dieléctricas o piezo- eléctricas únicas (por ejemplo el plomo titanato de zirconio y el Niobato de plomo y magnesio) que se utiliza en los, capacitores modernos de capa múltiple y en los transductores.
5. Los cerámicos superconductores descubiertos recientemente, los cuales desarrollan resistencia cero a temperaturas bien por encima de las de cualquier otro material conocido.
6. Los vidrios avanzados incluyen las fibras de Silice de alta resistencia, las cuales se están convirtiendo en la fuente principal de transmisión electrónica de datos (fibras ópticas), los vidrios constituidos por compuestos sin óxido, los cuales transmiten bien la radiación en el infrarrojo y los vidrios que actúan como huéspedes para los lasers.
7. Los cerámicos se están Incorporando en las máquinas de combustión Interna. Los principales beneficios que se pueden lograr de la utilización de los cerámicos en esta aplicación, son mayores temperaturas de operación y menor peso del motor, todo lo cual se traduce en una mayor eficiencia. Además, debido a su excelente resistencia al desgaste, los componentes cerámicos no requieren una lubricación tan extensa. La Nissan Motor Company, el fabricante japonés de automóviles introdujo recientemente un vehículo con un motor de turbina-alimentadora, hecha de Nitruro de Silicio. La compañía Cummins Engine Co., ha estado ensayando un motor Diesel para camión con tapas cerámicas para los pistones y con balineras y camisas para los pistones también de cerámicos, los cuales posibilitan que el motor funcione sin sistema de enfriamiento. Varias compañías americanas están desarrollando motores de turbina de gas de materiales cerámicos para automóviles y la Rolls-Royce Ltd., está experimentando con motores similares para helicópteros.
8. Los cerámicos que cambian sus propiedades eléctricas cuando se les expone a ciertos agentes químicos, tienen muchas aplicaciones potenciales. Las moléculas líquidas o gaseosas al interactuar con un cerámico de

este tipo en forma de pelets porosos, podría cambiar la resistencia eléctrica de cerámico de este tipo en forma fácilmente medible. El sensor basado en este principio es de diseño simple y requiere de un par de contactos eléctricos. La carencia de reactividad y la resistencia a la corrosión de los cerámicos, hace que estos materiales se desempeñen mucho mejor en ambientes químicos agresivos que los sensores convencionales.

Uno de estos dispositivos es un sensor de humedad, el cual tiene muchas aplicaciones en sistemas de aire acondicionado, en secadores y en equipos de respiración. Otros sensores cerámicos se han desarrollado para detectar la presencia de Metano , el principio constituyente del gas natural. Estos sensores podrían mejorar la seguridad en el hogar, en donde el gas natural se usa para calefacción y para la cocción.

9. En el área de los cerámicos piezoeléctricos vale la pena mencionar el desarrollo de un cabezote de impresión de tinta de alta velocidad y de alta precisión. El cabezote consiste de cientos de pozos diminutos de tinta construidos en un material piezoeléctrico. Al aplicar un voltaje selectivo a los pozos de tinta, se puede hacer que estos se contraigan súbitamente, liberando a chorros la tinta sobre el papel, en modelos correspondientes a los caracteres deseados. Se requieren menores espacios y menores voltajes que los necesarios para otros cabezotes de impresión, además de mejorar los detalles de la impresión.

10) Los motores de corriente directa también se pueden construir de material piezoeléctrico, para convertir la dilatación del cerámico en movimiento de traslación o rotacional cuando este se expone a un cambio eléctrico. Estos motores son compactos , de peso ligero y sencillos porque no requieren alambrado para el embobinado. Pueden pararse y arrancar sin resbalamiento y suministran un torque alto a bajas velocidades, lo cual permite mover kilogramos de carga lentamente y en forma precisa.

Gustavo Tovar Sánchez

Profesor Dpto. de Ingeniería Mecánica.

Ingeniero Químico, Universidad Nacional, Especialista en Materiales y Metalurgia, Columbia University, EE.UU. Profesor de Ingeniería Mecánica, Uniandes. Area de especialización Materiales y Metalurgia.