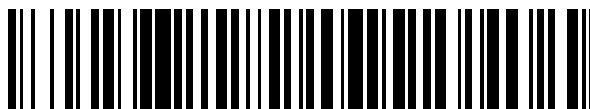


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 716 120**

51 Int. Cl.:

E04C 2/04 (2006.01)

B28B 3/00 (2006.01)

C04B 33/04 (2006.01)

C04B 35/19 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.06.2016 PCT/EP2016/062805**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.12.2016 WO16193501**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2016 E 16729224 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2019 EP 3303721**

54 Título: **Reducción de las tensiones internas en materiales cerámicos**

30 Prioridad:

05.06.2015 ES 201530796

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.06.2019

73 Titular/es:

**COSENTINO RESEARCH & DEVELOPMENT, S.L.
(100.0%)**

**Carretera A-334 Baza-Huércal-Overa Km. 59
04850 Cantoria, Almeria, ES**

72 Inventor/es:

BENITO LÓPEZ, JOSÉ MANUEL

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 716 120 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Reducción de las tensiones internas en materiales cerámicos

5 Campo de la invención

La presente invención pertenece al campo técnico de los materiales cerámicos compactados para uso como materiales de construcción en revestimientos y suelos.

10 Antecedentes de la invención

La etapa de cocción es una de las etapas más importantes del proceso de fabricación de los materiales cerámicos. Durante la etapa de cocción, los materiales cerámicos adquieren las propiedades mecánicas y las características estéticas finales del producto.

En los procedimientos utilizados en el estado de la técnica, la etapa de cocción se realiza siguiendo un ciclo de temperatura en donde los materiales se calientan hasta alcanzar una temperatura comprendida entre 1100 °C y 1200 °C, seguido de un enfriamiento rápido. Dicho enfriamiento solo se ralentiza al llegar a 573 °C donde se sabe que se produce un cambio de volumen debido a la transformación alotrópica del cuarzo de la fase alfa a la fase beta, que podría llevar a la rotura del material por generación de tensiones.

Las tensiones internas que se producen durante el ciclo de cocción de los materiales cerámicos se pueden atribuir fundamentalmente a las diferencias entre el coeficiente de dilatación de la fase cristalina y la fase vítrea del material cerámico, y a la diferencia en las velocidades de enfriamiento entre la superficie y el interior del producto. Durante el enfriamiento del ciclo de cocción, el gradiente de temperatura que se genera en el espesor de la pieza produce la modificación de las dimensiones de la fase cristalina y la fase vítrea según su coeficiente de dilatación, produciendo tensiones internas en el material cerámico resultante.

En el caso de la fabricación de tablas cerámicas de grandes dimensiones y espesores delgados, las tensiones internas pueden llegar a producir la ruptura del material durante el ciclo de cocción. Además, cuando las piezas que resisten el ciclo de cocción son sometidas a taladro o procesos de corte, las tensiones se hacen evidentes con la aparición de grietas en el material.

Peter W. Olupot y colaboradores (World Academy of Science, Engineering and technology, 2013, vol.7, pag.332-338) divulgan que algunos de los proyectos desarrollados para reducir las tensiones en productos cerámicos están dirigidos a disminuir o incluso a sustituir el contenido de cuarzo en la composición por otros componentes como cenizas o alúmina. Peter W. Olupot y colaboradores muestran los resultados obtenidos de la modificación del ciclo de cocción en una muestra de material cerámico de altura 65 mm y anchura de 76 mm y con un diseño particular. Los autores no observaron cambios en las propiedades mecánicas de los materiales que fueron mantenidos de 1 h a 3 h a la máxima temperatura en el ciclo de cocción. Sin embargo, la resistencia mecánica disminuye cuando el material cerámico se mantiene a la temperatura máxima durante 30 minutos.

A. De Noni Junior y colaboradores (A. de Noni et al., Bol.Soc.Ceram.V., 46, 4, 163-170 (2007)) divulgan la influencia del enfriamiento en probetas cerámicas de 80x20x7 mm obtenidas por prensado de un polvo atomizado industrial. En el ciclo de cocción, las probetas son calentadas a 70 °C/min entre 25-500 °C, y a 25 °C/min entre 500 °C y 1190 °C. El documento muestra los resultados obtenidos variando la velocidad de enfriamiento del proceso de cocción desde 1190 °C hasta 650±20 °C y en la zona en torno a la transformación alotrópica del cuarzo (<650 °C). El documento menciona que al aumentar la velocidad de enfriamiento, aumenta el número de tensiones residuales en el material y también mejora la resistencia mecánica del material cerámico. Sin embargo, los gradientes térmicos entre la superficie y el interior de la pieza durante la transformación alotrópica del cuarzo producen un deterioro microestructural de la pieza que contrarresta el aumento de la resistencia mecánica.

Por tanto, existe la necesidad en el estado de la técnica de un material cerámico compactado de altas prestaciones mecánicas, con un bajo nivel de tensiones internas que pueda ser mecanizado en piezas de grandes dimensiones.

Objeto de la invención

La presente invención proporciona un material cerámico compactado de elevada resistencia mecánica, donde las tensiones internas generadas en el interior del material durante el proceso de cocción han sido minimizadas. El material cerámico de la presente invención puede ser utilizado para la fabricación de tablas de grandes dimensiones. Debido a sus excelentes propiedades los materiales cerámicos compactados de la presente invención pueden ser usados como materiales de construcción en revestimientos, solerías o para la fabricación de encimeras de cocina.

En un primer aspecto, la presente invención se dirige a un método de fabricación de un material cerámico compactado según la reivindicación 1.

En otro aspecto, la invención se dirige al material cerámico compactado obtenible por el método de la reivindicación 1.

Así mismo, un aspecto adicional de la presente invención se refiere al uso del material cerámico compactado como material de construcción, así como su uso en fachadas y revestimientos.

Descripción detallada de la invención

La presente invención se refiere a un material cerámico compactado que comprende entre 45-85 % en peso de fase vítrea caracterizado por que presenta una densidad comprendida entre 2,3 y 3 g/cm³.

En el contexto de la presente invención se entiende por “material cerámico” al constituido por compuestos inorgánicos, policristalinos, no metálicos, cuya característica fundamental es que son consolidados en estado sólido mediante tratamientos térmicos a altas temperaturas (cocción) y están formados por una combinación de fases cristalinas y vítreas. Los compuestos inorgánicos están formados por elementos metálicos y no metálicos unidos por enlaces iónicos o covalentes.

En el contexto de la presente invención, el término “material cerámico” o “material cerámico compactado” o “material cerámico ultracompactado” se refiere a materiales cerámicos que se han compactado a presiones superiores a 400 kg/cm².

Los materiales cerámicos de la presente invención son obtenidos a partir de materias primas de gran pureza, en forma de partículas micrónicas, y mediante grandes presiones de conformado y consolidados en estado sólido a altas temperaturas de sinterizado. Los materiales cerámicos compactados de la presente invención, con una fase vítrea comprendida entre el 45 %-85 % en peso, son cuerpos casi totalmente densificados, con ausencia casi total de poros, grietas y defectos internos, lo que le confiere altas prestaciones técnicas: altas resistencias mecánicas, térmicas, a la abrasión y al ataque químico.

En contexto de la presente invención, el término “partículas micrónicas” se refiere a partículas que presentan un tamaño micrométrico en sus tres dimensiones. En particular, las partículas micrónicas presentan tamaños comprendidos entre 1 micrómetro y 500 micrómetros.

En una realización particular de la invención, las partículas minerales utilizadas en la fabricación de los materiales cerámicos de la invención son sustancias con un tamaño de partícula inferior a 200 micrómetros, preferiblemente inferior a 100 micrómetros, especialmente preferido es un tamaño del orden de decenas de micras, entre 10-90 micrómetros. De forma más preferida se utiliza un tamaño de partícula de entre 10 y 50 micrómetros. El tamaño proporcionado de las partículas se refiere al tamaño medio estadístico de las mismas. Para seleccionar el tamaño de las partículas se utilizan tamices de distintos tamaños. De forma preferida, al menos el 95 % de las partículas de los materiales usados para preparar el material cerámico de la invención pasan por un tamiz de 45 µm, más preferiblemente al menos el 98 % de las partículas de los materiales utilizados para preparar el material cerámico de la invención pasan por un tamiz de 45 µm.

Estas partículas se obtienen preferentemente por molturación de las materias primas iniciales por vía húmeda y secado por atomización (*spray drying*), todo ello técnicas conocidas en el ámbito de la cerámica.

En una realización de la invención, la composición en peso de los materiales de partida comprende:

- Arcillas 0-35 % en peso
- Caolines: 0-40 % en peso
- Feldespatos: 10-70 % en peso.

En una realización preferida, la composición en peso de los materiales de partida comprende:

- Arcillas 10-35 % en peso
- Caolines: 5-30 % en peso
- Feldespatos: 20-70 % en peso.

En una realización más preferida, la composición en peso de los materiales de partida comprende:

- Arcillas 20-35 % en peso
- Caolines: 5-15 % en peso
- Feldespatos: 5-70 % en peso, preferiblemente con un tamaño de partícula menor de 40 µm.

La composición de materiales de partida puede contener además otros materiales vítreos tal como fritas.

Según la presente invención, el término “arcillas” puede referirse a arcilla, esquisito y otro material natural o sintético

para hacer ladrillos. Las arcillas aportan plasticidad al conformado del producto de partida. Puesto que son mezclas de minerales que suelen tener tamaños de partículas en el rango de las decenas de micrómetros, en general no es necesario someterlas a un proceso intensivo de molienda, lo que permite mantener las propiedades plásticas de la arcilla. En el contexto de la presente invención, las arcillas utilizadas presentan una elevada plasticidad para permitir un correcto conformado del conjunto. En particular, las arcillas de la composición contrarrestan el efecto del contenido en feldespatos que dificulta la etapa de prensado.

Las arcillas según la presente invención se seleccionan principalmente desde hidrosilicatos de alúmina y pueden incluir minerales de arcilla como esmectitas (tal como montmorillonita, nontronita, sapolita y similares), caolines (tal como caolinita, dickita, halloisita, nacrita y similares), illitas (tal como illita, micas arcillosas y similares), cloritas (tal como clinocloro, chamosita, nimita, pennantita y similares), atapulgitas sepiolitas y similares. Además, las arcillas pueden contener también minerales como cuarzo, silvina o siderita en su composición junto con otros diversos componentes de traza.

En una realización particular, las arcillas comprenden montmorillonita, illita y caolinita. Preferiblemente, las arcillas comprende al menos 60 % en peso de montmorillonita, illita y caolinita en función del peso total de las arcillas. Más preferiblemente, al menos 65 % o al menos 70 % en peso.

En una realización, la composición de los materiales de partida comprende entre 0 y 35 % en peso de arcillas, preferiblemente entre 10 y 35 %, más preferiblemente entre 20 y 35 % en peso de arcillas.

El termino "caolines" se refiere a una arcilla que contiene el mineral caolinita como su principal constituyente. Preferiblemente, la caolinita es el único componente plástico en caolines. Los caolines pueden contener además otras impurezas, como cuarzo, mica, fosfatos, impurezas de arcilla fina como ciertos constituyentes de arcilla de esmectita y otras diversas especies, por ejemplo, compuestos que contienen elementos de transición como hierro.

En una realización particular, los caolines comprenden al menos 60 % en peso de caolinita en función del peso total de caolines.

En una realización, la composición de los materiales de partida comprende entre 0 y 40 % en peso de caolines, preferiblemente entre 5 y 30 % de caolines, más preferiblemente entre 5 y 20 % de caolines, incluso más preferiblemente entre 5 y 15 % en peso de caolines.

En otra realización de la invención los feldespatos confieren propiedades especiales al material cerámico de la invención. En particular, los feldespatos actúan como fundentes en el proceso de cocción y reducen la porosidad en el material final.

En la presente invención, el tamaño de las partículas de feldespatos también se reduce por micronizado a decenas de micras. Al disminuir el tamaño de las partículas de feldespato, aumenta la superficie específica y por tanto la reactividad de las mismas. Gracias a este efecto, se generan puentes entre las partículas obteniendo como resultado un material compactado donde los poros están aislados unos de otros generando una porosidad cerrada en todo el volumen. Además, el aumento de la reactividad de las partículas permite disminuir la temperatura de cocción desde 1180 °C a 1140 °C evitando la deformación pirolástica.

En el contexto de la presente invención, los feldespatos representan entre el 10 % y 70 % en peso de los materiales, preferiblemente entre el 20 y 70 % en peso, preferiblemente entre el 50 y 70 % en peso, más preferiblemente el 55 y 60 % en peso de los materiales. Preferiblemente los feldespatos de la composición contienen entre 15 y 25 % en peso de feldespato potásico sobre el total de materias primas, y entre 35-45 % en peso de feldespato sódico sobre el total de materias primas.

De forma preferente al menos el 95 %, más preferiblemente el menos 99 %, incluso más preferiblemente al menos 99,7 % de las partículas de feldespato tiene un tamaño inferior o igual a 40 µm.

El feldespato sódico actúa como fundente de menor viscosidad, generando rápidamente puentes de unión entre las partículas. Además, el pequeño tamaño de las partículas y del propio feldespato favorece la unión entre las partículas, disminuyendo la porosidad interna del material y dando como resultado un aumento de la densidad del material durante el proceso de sinterizado.

El feldespato potásico aporta mayor viscosidad al fundente, lo que ayuda a mantener la estabilidad y forma del producto durante el proceso de cocción.

Preferentemente los materiales de partida presentan una alta pureza lo que permite un control exacto de las composiciones y evita defectos en el material. Por ejemplo un contenido indeterminado en materias orgánicas puede generar la aparición de poros y defectos importantes durante la cocción, por combustión de los mismos. La presencia de materiales minerales no deseados puede afectar a la formación de la fase vítrea, provocando tensiones internas o bien problemas de planaridad o generación de porosidad residual.

En una realización particular, la pureza de los materiales seleccionados es superior al 90 %. En una realización preferida, los feldespatos de la composición presentan una pureza superior al 90 % en peso.

5 Los materiales de partida pueden presentar distintas composiciones, aunque de forma preferente hay una cantidad de materiales fundentes no silíceos que permiten obtener un 45-85 % de fase vítrea.

10 En la presente invención se entiende por "fase vítrea" la fase amorfa, no cristalina, entre los granos de fase cristalina. El porcentaje en peso de fase vítrea se determina mediante procedimientos habituales en el campo de la cerámica. En particular, el porcentaje en peso de fase vítrea puede ser determinado por difracción de rayos X.

15 En una realización particular de la presente invención, el material cerámico compactado de la presente invención comprende entre 45 y 85 % en peso de fase vítrea respecto al peso total del material cerámico compactado. Preferiblemente entre 45 y 75 % en peso de fase vítrea, más preferiblemente entre 50 % y 70 % en peso de fase vítrea. En una realización preferida el contenido en fase vítrea es del 60 % en peso respecto al peso total del material cerámico compactado.

En el contexto de la presente invención, la fase vítrea del material cerámico compactado que presenta una baja viscosidad durante la etapa de cocción, cierra los poros internos del material al solidificarse.

20 El material cerámico compactado que proporciona la presente invención presenta una densidad comprendida entre 2,3 y 3 g/cm³. Preferiblemente, entre 2,4 y 2,7 g/cm³. Más preferiblemente, el material cerámico compactado presenta una densidad de 2,6 g/cm³. Las medidas de densidad proporcionadas en la presente invención han sido tomadas por inmersión en agua aplicando el principio de Arquímedes. La densidad se determinó a temperatura ambiente.

25 En una realización particular, el material cerámico compactado presenta dimensiones laterales de hasta 4 x 2 m², preferiblemente de hasta 3,20 x 1,44 m², más preferiblemente comprendidas entre 3 x 1 m² y 4 x 2 m². En una realización preferida, el material cerámico compactado presenta dimensiones laterales de 3,20 x 1,44 m².

30 Preferiblemente el material cerámico compactado presenta forma de tabla con dimensiones laterales de 3,20 x 1,44 m².

35 En otra realización particular el material cerámico compactado presenta un espesor de al menos 0,7 cm, preferiblemente de al menos 1 cm, más preferiblemente de 2 cm o de 3 cm. Preferiblemente, tiene un espesor de entre 0,7 y 3 cm. Preferiblemente, el material cerámico compactado presenta dimensiones laterales de hasta 4 x 2 m² y un espesor de al menos 0,7 cm. Más preferiblemente, el material cerámico compactado presenta dimensiones laterales de al menos 3 metros en longitud y 1,4, preferiblemente 1,5, de anchura o de 3,20 x 1,44 m² y un espesor de al menos 0,7 cm, preferiblemente de al menos 1 cm, preferiblemente de al menos 2 cm, más preferiblemente de al menos 3 cm.

40 Preferiblemente el material cerámico compactado presenta forma de tabla con dimensiones laterales de 3,20 x 1,44 m² y un espesor de entre 0,7 y 3 cm, preferiblemente de aproximadamente 2 o 3 cm.

45 En una realización particular, el material cerámico compactado además presenta una porosidad inferior al 4 % en volumen. Preferiblemente, el material cerámico compactado de la invención presenta una porosidad interna comprendida entre 1 y 3 % en volumen. Más preferiblemente, el material cerámico compactado de la invención presenta una porosidad del 2 % en volumen.

50 Se entiende por "porosidad" el espacio vacío en el interior del material cerámico y se expresa en % en volumen. Los métodos de medida de la porosidad en materiales cerámicos son conocidos por el experto en la materia. Entre dichos métodos se encuentran porosimetría de mercurio, medidas de porosidad en autoclave basado en la impregnación con agua o por inmersión usando simplemente el principio de Arquímedes. Las medidas de porosidad proporcionadas en la presente invención han sido tomadas mediante autoclave. La porosidad se determinó a temperatura ambiente. En una realización, se refiere a la porosidad medida a temperatura ambiente y una presión de 79,9 kPa (600 mm Hg).

55 Asimismo, la presente invención proporciona un procedimiento para la fabricación del material cerámico compactado.

60 Una vez los materiales de partida están seleccionados y reducidos al tamaño deseado, se pueden almacenar para ser utilizados en el momento adecuado. Los distintos materiales se deben mezclar uniformemente, y a un grado de humedad adecuado que permita el conformado y prensado previo a la cocción.

65 De forma preferente el material se mezcla con agua, o se seca si ha sido obtenido por vía húmeda, para que la cantidad en agua esté entre el 4 %-12 % en peso, preferiblemente entre el 4 %-9 % en peso, más preferiblemente entre el 6 % y el 9 %.

Tras la preparación de la mezcla de partículas que constituyen la materia prima, en una variante de la invención el procedimiento incluye una etapa de compactación mediante una estación de prensado de forma continua, que comprende unos medios de compactación en forma de rodillo y cinta de compactación. En una realización particular, la mezcla de partículas de materias primas se compacta a una presión de entre 30 y 110 kg/cm², preferiblemente entre 40 y 100 kg/cm², más preferiblemente entre 60 y 80 kg/cm². Si es necesario tras la compactación se hace un cortado del producto en la forma deseada, por ejemplo en forma de tabla rectangular.

Tras la compactación y corte el procedimiento incluye una etapa de prensado a muy altas presiones, lo que genera una ultracompactación del material previo a la cocción. Esta etapa contribuye a la reducción de porosidad en el producto final y facilita el proceso de sinterizado. En este prensado las presiones pueden ser superiores a 400 kg/cm², preferiblemente superiores a 450 kg/cm² y más preferiblemente superiores a 500 kg/cm². En una realización particular, la presión está comprendida entre 400 y 450 kg/cm², más preferiblemente entre 410 y 440 kg/cm², incluso más preferiblemente entre 410 y 430 kg/cm².

Una vez el producto está conformado y los materiales ultracompactados, se lleva a cabo una etapa de secado para reducir el contenido de agua sin deformar la pieza.

Antes del secado, el producto puede tener un contenido de agua de hasta el 10 % en peso. El secado reduce el contenido de agua, por lo que el contenido final de agua en el producto es de hasta 0,7 % en peso, preferiblemente de hasta 0,5 % en peso, más preferiblemente de hasta 0,3 % en peso. La etapa de secado se puede hacer en una instalación específica, lo que permite almacenar las piezas secadas antes de su cocción, facilitando la gestión del stock de piezas. De forma alternativa, el secado se puede realizar en el horno de cocción, como una etapa inmediatamente previa a la cocción.

En el contexto de la presente invención la cocción del material cerámico se realiza aplicando un ciclo de cocción. El ciclo de cocción comprende el calentamiento del material cerámico hasta una cierta temperatura y posterior enfriamiento.

De forma preferente en el ciclo de cocción, el material cerámico se calienta hasta temperaturas máximas comprendidas entre 1000 °C y 1200 °C, más preferentemente entre 1000 °C y 1200 °C, más preferentemente entre 1000 °C y 1180 °C incluso más preferentemente entre 1120 °C y 1160 °C. En una realización particular, la temperatura máxima alcanzada en el ciclo de cocción está comprendida entre 1180 °C y 1210 °C. A estas temperaturas se produce el fundido y sinterizado de las partículas pero se evita la deformación de las piezas, por ejemplo por acción de la gravedad. Preferiblemente, el tiempo de permanencia a la temperatura máxima de cocción está comprendido entre 7 y 25 min.

Durante la etapa de cocción y sinterizado, se genera una fase líquida viscosa que contribuye a reducir la porosidad en la cocción del producto de la invención. En el calentamiento del ciclo de cocción tiene lugar la formación de una fase de vidrio viscoso que rodea las partículas más refractarias, y que bajo las fuerzas de la tensión superficial creada por los finos poros de la pieza, tiende a aproximar las partículas aumentando la contracción y reduciendo la porosidad del producto. La alta densidad del producto de partida que resulta del proceso de ultracompactación y la selección del tamaño de partículas (de forma preferida entre 10 y 50 µm) confieren al producto unas características específicas que hacen que el proceso de vitrificación y sinterizado sea más rápido.

En una realización particular, el ciclo de cocción al que se somete el material (incluyendo calentar el material, tiempo de residencia a temperatura máxima y enfriamiento) tiene una duración de hasta 9 horas. Preferiblemente, el ciclo de cocción tiene una duración entre 1 y 9 horas. En particular, para espesores comprendidos entre 8-30 mm el ciclo dura entre 90 y 500 min, preferiblemente entre 100 y 500 min y logra una temperatura máxima comprendida entre 1170-1200 °C.

Por tanto, la presente invención se refiere al procedimiento para la fabricación del material cerámico compactado que comprende un ciclo de cocción donde la velocidad de enfriamiento desde la temperatura máxima alcanzada hasta 700 °C está comprendida entre 3 y 42 °C/min, preferiblemente entre 4 °C/min y 41 °C/min, más preferiblemente entre 5 °C/min y 41 °C/min, incluso más preferiblemente entre 5 °C/min y 40 °C/min. En una realización, la velocidad de enfriamiento desde la temperatura máxima alcanzada hasta 700 °C está entre 5 °C/min y 41 °C/min. En particular, para espesores más delgados, la velocidad de enfriamiento aplicada es más lenta.

Los inventores de la presente invención han encontrado que cuando la velocidad de enfriamiento se reduce en comparación con los métodos convencionales, los materiales cerámicos compactados obtenidos del ciclo de cocción presentan mejores propiedades mecánicas, en particular de resistencia mecánica. Sin estar ligados a ninguna teoría se cree que cuando la velocidad de enfriamiento es más lenta, los átomos se reordenan disminuyendo las tensiones internas originadas. El producto resultante presenta una mayor estabilidad, permitiendo el posterior mecanizado de la pieza y evitando la aparición de grietas o rotura del material.

Se ha observado además que este efecto es independiente de la velocidad de calentamiento hasta alcanzar la temperatura máxima y de la velocidad de enfriamiento por debajo de 700 °C.

El procedimiento para la fabricación del material cerámico compactado además comprende una etapa de recocido a una temperatura comprendida entre 600 °C y 800 °C, preferiblemente a una temperatura comprendida entre 650 y 800 °C, incluso más preferiblemente a 750 °C. La etapa de recocido favorece la liberación de tensiones residuales internas del seno del material. El material cerámico compactado se mantiene a la máxima temperatura lograda en la etapa de recocido desde 15 a 30 minutos, preferiblemente desde 20 a 25 minutos. En una realización preferente, toda la etapa de recocido tiene una duración total de entre 3 y 6 horas, preferiblemente aproximadamente 4 horas.

En una realización particular, el procedimiento para la fabricación del material cerámico compactado además comprende una fase de molienda en tres etapas. La fase de molienda en tres etapas permite obtener un tamaño de partículas homogéneo. En una realización preferente el rechazo máximo en un tamiz de 63 µm es menos del 1 %.

En el procedimiento de fabricación del material cerámico de la invención se pueden incluir etapas convencionales adicionales, como por ejemplo la adición de sustancias colorantes, por ejemplo tras la etapa de molturación, la formación de vetas decorativas utilizando polvos minerales de distintos colores, eliminación de partículas metálicas, etc.

El producto de la invención presenta propiedades mecánicas únicas lo que permite fabricarlo en piezas de gran tamaño, incluso superiores a 3 metros de largo y 1,5 de ancho y con un espesor que puede llegar hasta 3 cm o más si es necesario.

Estas propiedades hacen que los materiales cerámicos compactados de la invención sean excelentes en su uso como material de construcción. La alta resistencia química y física, y las grandes dimensiones de fabricación permiten su utilización en el revestimiento de suelos y fachadas, donde son inertes a la acción de la radiación solar, los agentes químicos, presentan alta dureza y un nivel de tensiones internas controlado que permite su corte y manipulación sin que se rompan las piezas.

Una aplicación especialmente preferida para los materiales cerámicos de la invención son las encimeras de cocina. La alta resistencia química y su dureza permiten el contacto con alimentos, colorantes alimentarios y bebidas tales como vino o café sin generar manchas y sin afectar a las propiedades de los mismos. Además, la posibilidad de fabricar espesores de 3 cm o más confiere a la encimera un aspecto estético similar al de las piedras naturales.

A continuación la invención se ilustra mediante ejemplos, que no deben ser interpretados como limitantes de la invención, que viene definida por las reivindicaciones.

Ejemplos de referencia

Ejemplo 1

En el siguiente ejemplo se utilizaron los siguientes materiales de partida y cantidades en peso:

- 30 % arcilla (comprendiendo al menos 60 % en peso de montmorillonita, illita y caolinita y en donde el rechazo en un tamiz de 125 µm es aproximadamente 4,5 %),
- 15 % caolín (comprendiendo al menos 60 % en peso de caolinita y en donde el rechazo en un tamiz de 53 µm es menor del 1 %),
- 38 % feldespato sódico (en donde las partículas tienen un tamaño promedio de menos de 300 µm, y el contenido de sodio es de al menos 10 % en peso),
- 17 % feldespato potásico (en donde el 75 % de las partículas tienen un tamaño promedio menor de 100 µm, y el contenido de potasio es de al menos 14 % en peso).

Todos los materiales de partida presentan una pureza superior al 90 %.

Mediante molienda se reduce el tamaño de los materiales feldespáticos y el resto de materiales hasta conseguir un tamaño de partícula por debajo de las 45 µm para más del 95 % de las partículas.

Posteriormente se realiza un atomizado por spray drying hasta conseguir un producto con un contenido de agua del 8 % en peso.

El material húmedo se somete a un conformado y es ultraprensado a 450 kg/cm² hasta alcanzar un espesor de 30 mm.

Posteriormente es secado mediante calor en una línea de secado hasta conseguir un producto con un contenido de agua del 0,5 % en peso.

El producto seco es sometido a un ciclo de cocción de 500 min alcanzando una temperatura máxima de 1200 °C.

La velocidad aplicada de enfriamiento desde la temperatura máxima a 700 °C era de aproximadamente 5 °C/min.

El producto resultante presenta una densidad comprendida entre 2,4-2,7 g/cm³ medida por inmersión en agua aplicando el principio de Arquímedes a temperatura ambiente y 79 % en peso de fase vítrea (dimensiones: 3 cm de espesor, 3,2 metros de longitud y 1, 44 de anchura).

5 Ejemplo 2

En el siguiente ejemplo se utilizaron los siguientes materiales de partida y cantidades en peso:

- 10 - 27 % arcilla (comprendiendo al menos 60 % en peso de montmorillonita, illita y caolinita y en donde el rechazo en un tamiz de 125 µm es aproximadamente 4,5 %),
- 8 % caolín (comprendiendo al menos 60 % en peso de caolinita y en donde el rechazo en un tamiz de 53 µm es menor del 1 %),
- 45 % feldespato sódico (en donde las partículas tienen un tamaño promedio de menos de 300 µm, y el contenido de sodio es de al menos 10 % en peso),
- 15 - 20 % feldespato potásico (en donde el 75 % de las partículas tienen un tamaño promedio menor de 100 µm, y el contenido de potasio es de al menos 14 % en peso).

Todos los materiales de partida presentan una pureza superior al 90 %.

- 20 Mediante molienda se reduce el tamaño de los materiales feldespáticos y el resto de materiales hasta conseguir un tamaño de partícula por debajo de las 45 µm para más del 95 % de las partículas.

Posteriormente se realiza un atomizado por spray drying hasta conseguir un producto con un contenido de agua del 8 % en peso.

- 25 El material húmedo se somete a un conformado y es ultraprensado a 450 kg/cm² hasta alcanzar un espesor de 8 mm.

- 30 Posteriormente es secado mediante calor en una línea de secado hasta conseguir un producto con un contenido de agua del 0,5 % en peso.

El producto seco es sometido a un ciclo de cocción de 500 min alcanzando una temperatura máxima de 1185 °C.

- 35 La velocidad aplicada de enfriamiento desde la temperatura máxima a 700 °C era de aproximadamente 35 °C/min.

El producto resultante presenta una densidad comprendida entre 2,4-2,7 g/cm³ medida por inmersión en agua aplicando el principio de Arquímedes a temperatura ambiente y 79 % en peso de fase vítrea (dimensiones: 0,8 cm de espesor, 3,2 metros de longitud y 1, 44 de anchura).

40 Ejemplo 3

Siguiendo un proceso similar como en los ejemplos 1 y 2 pero aplicando una velocidad de enfriamiento de 45 °C/min desde la temperatura máxima a 700 °C, el producto resultante se tensó e incluso rompió durante las posteriores etapas de corte y preformado.

45

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para fabricar un material cerámico compactado que comprende entre 45-85 % en peso de fase vítrea y con una densidad comprendida entre 2,3 y 3 g/cm³, comprendiendo el procedimiento un ciclo de cocción donde la velocidad de enfriamiento desde la temperatura máxima alcanzada a 700 °C está comprendida entre 3 y 42 °C/min y además una etapa de recocido a temperatura entre 600 y 800 °C, en donde el material cerámico compactado se mantiene a la temperatura máxima lograda en la etapa de recocido desde 15 a 30 minutos.
2. El procedimiento para la fabricación del material cerámico compactado según la reivindicación 1, donde la velocidad de enfriamiento desde la temperatura máxima alcanzada hasta 700 °C está comprendida entre 5 y 41 °C/min.
3. El procedimiento para la fabricación del material cerámico compactado según la reivindicación 1 o 2, donde la temperatura máxima alcanzada en el ciclo de cocción está comprendida entre 1180 °C y 1210 °C.
4. El procedimiento para la fabricación del material cerámico compactado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde el ciclo de cocción al que se somete el material tiene una duración de hasta 9 horas.
5. El procedimiento para la fabricación del material cerámico compactado según una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 o 4, que comprende:
 - a) molturación de las materias primas para reducirlas a un tamaño de partícula menor de 100 micras,
 - b) conformado y compactación de las materias primas a presiones superiores a 400 kg/cm², y
 - c) cocción a una temperatura máxima comprendida entre 1000 y 1200 °C.
6. El procedimiento para la fabricación del material cerámico compactado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde el tiempo a la temperatura de cocción máxima está comprendido entre 7 y 25 minutos.
7. El procedimiento para la fabricación del material cerámico compactado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde la temperatura en la etapa de recocido es 750 °C.
8. El procedimiento para la fabricación del material cerámico compactado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde el material cerámico compactado tiene dimensiones laterales entre 3 x 1 m² y 4 x 2 m².
9. El procedimiento para la fabricación del material cerámico compactado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde el material cerámico compactado tiene un espesor de al menos 0,7 cm.
10. Un material cerámico compactado obtenible por el procedimiento definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.
11. Uso del material cerámico compactado según la reivindicación 10 como material de construcción.
12. Un material de construcción que comprende un material cerámico compactado según la reivindicación 10.
13. Uso del material de construcción según la reivindicación 12 para revestimiento de suelos, paredes o fachadas.
14. Uso del material de construcción según la reivindicación 12 para una encimera de cocina.
15. Uso según la reivindicación 14, donde la encimera de cocina tiene un largo superior a 3 metros, preferiblemente entre 3 y 4 metros.