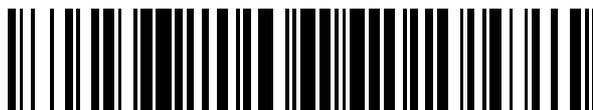


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 562 779**

51 Int. Cl.:

C04B 28/14 (2006.01)

C04B 14/02 (2006.01)

C04B 20/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.08.2005 E 05016944 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.12.2015 EP 1749805**

54 Título: **Materiales de construcción de yeso con conductividad térmica elevada y blindaje frente a rayos electromagnéticos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.03.2016

73 Titular/es:

**SGL CARBON SE (50.0%)
Söhnleinstrasse 8
65201 Wiesbaden, DE y
SAINT-GOBAIN RIGIPS GMBH (50.0%)**

72 Inventor/es:

**GUCKERT, WERNER;
SPICKERMANN, WINFRIED;
BUTZ, HEINZ-JOACHIM;
DUCKWITZ, STEPHAN y
EHLTING, DIETER**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 562 779 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

Materiales de construcción de yeso con conductividad térmica elevada y blindaje frente a rayos electromagnéticos

La presente invención se refiere a masas de moldeo y piezas moldeadas a base de materiales de construcción basados en yeso con una conductividad térmica elevada y blindaje frente a rayos electromagnéticos.

5 Para las obras en interiores en seco de edificios se emplean predominantemente planchas de yeso, en especial planchas compuestas de yeso, planchas encartonadas de yeso, planchas de fibras de yeso y planchas de velo de yeso como revestimientos de suelos, paredes y techos. Además de ello, pasa a emplearse yeso en el solado para suelos, así como en el enlucido de yeso y pastas para emplastecer de yeso.

10 Planchas de yeso y materiales de construcción basados en yeso se emplean en la técnica de la construcción casi exclusivamente para el aislamiento térmico, dado que el material yeso es muy poco conductor del calor debido a su microestructura. Conforme al estado de la técnica, p. ej., la conductividad térmica de planchas encartonadas de yeso se encuentra en el orden de magnitud de aprox. 0,18 - 0,22 W/m*K.

15 Junto a la aplicación para el aislamiento térmico, también existen en la técnica de construcción, sin embargo, otros campos de aplicación para los que se desea una conductividad térmica elevada. Para ello, los materiales de construcción de yeso y las planchas de yeso habituales son inadecuados en virtud de su escasa conductividad térmica.

20 Además de ello, para muchas aplicaciones, p.ej., para recintos en los que se encuentran instalaciones de EDV o para edificios en las proximidades de estaciones de telefonía móvil u otras estaciones emisoras, es deseable aumentar el blindaje electromagnético de los materiales de construcción utilizados. Conforme al estado de la técnica, para este fin planchas encartonadas de yeso se forran con una película de plomo (Gips-Datenbuch, Bundesverband der Gipsindustrie 2003, pág. 37).

Sin embargo, también es conocido que, en principio, los dos problemas se pueden resolver mediante la adición de carbono al material de construcción utilizado.

25 Por ejemplo, a partir del documento WO 99 62 076 A1 se conocen planchas encartonadas de yeso con una capa de 30 a 80 µm de espesor que envuelve al núcleo del yeso que, junto a fibras de celulosa, contiene una proporción, referida a la masa en seco, de preferiblemente 8 a 15% de fibras de carbono con un diámetro de 4 a 10 µm y una longitud de 2 a 10 mm. Esto conduce a una mejora del efecto de blindaje frente a los rayos electromagnéticos.

30 Las fibras de carbono son, sin embargo, relativamente caras. Además, las fibras de carbono son estructuras casi lineales, es decir, tienen sólo una muy escasa expansión superficial. En los rebordes de los planchas se dispone, por lo tanto, de sólo una pequeña superficie de contacto para la transmisión del calor o de señales electromagnéticas: entre fibras orientadas perpendicularmente o de forma inclinada al reborde sólo existe entonces contacto cuando un extremo de la fibra topa con la superficie frontal de una plancha exactamente sobre un extremo de la fibra en la superficie frontal de la plancha siguiente, y entre las fibras situadas sobre las superficies frontales de los planchas que topan una con otra existe sólo contacto cuando las fibras se encuentren o crucen.

35 El documento EP 1 512 933 A2 da a conocer placas conductoras del calor a base de un material expandido de grafito compactado, cuyos planos de las capas están dispuestos paralelos a la superficie. El grafito completamente expandido se comprime bajo la acción dirigida de una presión, de modo que los planos de las capas del grafito se disponen perpendiculares a la dirección de acción de la presión, enganchándose entre sí los grupos individuales. Sin la adición de un aglutinante se generan con ello estructuras planas auto-portantes.

40 El documento WO 2004/065322 A1 da a conocer un material de construcción basado en yeso eléctricamente conductor y protector frente a la radiación electromagnética. La conductividad eléctrica y el efecto de blindaje se alcanzan mediante la adición de una mezcla a base de partículas de grafito con un tamaño inferior o igual a 12 µm y carbono amorfo. La proporción de la mezcla a base de grafito y carbono amorfo asciende a 25 hasta 75% de la masa total del material de construcción. La proporción del carbono amorfo asciende de nuevo a 10 hasta 95% de la masa total de la mezcla a base de grafito y carbono amorfo. El carbono amorfo contiene al menos una de las sustancias coque calcinado y cenizas que contienen carbono amorfo, que se preparó durante la combustión de un componente orgánico.

45 Lo desventajoso de estos materiales de construcción son la proporción de grafito/carbono relativamente elevada superior a o al menos de 25% y la necesidad de manipular, durante la producción del material, sustancias de grano muy fino y, por lo tanto, fuertemente formadoras de polvo. Partículas de grafito finas y, en particular, de carbono amorfo sólo se pueden mezclar con dificultad en una fase acuosa. En virtud de su masa relativamente baja con una superficie relativamente elevada y de su sólo débil humectabilidad con agua, estas partículas tienden fuertemente a la suspensión. Ciertamente, en la citada solicitud de patente se propuso durante la fabricación del material mezclar el yeso sólo con los aditivos, antes de añadir agua. Sin embargo, cuando la mezcla de yeso-grafito/carbono se pone

en contacto con el agua, siempre existe todavía el problema de la suspensión de las partículas de carbono y/o de las partículas de grafito y, con ello, de una sedimentación, al menos parcial, del material de construcción.

En el documento DE-A 100 49 230 se propone añadir a los materiales de solado tales como cemento o yeso, para mejorar la conductividad térmica, una porción referida a la masa en seco de hasta 50%, preferiblemente de 5 a 35% de grafito. El tamaño de las partículas del grafito ha de estar en el intervalo de 0,001 a 1 mm, preferiblemente de hasta 0,5 mm. Se aconseja particularmente utilizar grafito expandido. Esto se justifica de la siguiente manera. El grafito expandido posee ciertamente, debido a la estructura a modo de esponja de poros abiertos, una conductividad térmica menor que el grano de grafito macizo, pero en virtud de sus propiedades elásticas y de su estructura superficial, se une de manera más íntima con el aglutinante que le rodea. El aglutinante penetra en parte en las partículas de grafito expandido. Las propiedades elásticas del grafito expandido compensan el problema de los diferentes coeficientes de dilatación de aglutinante y partículas de grafito y, con ello, reducen el efecto de la resistencia por contacto térmico en los límites de los granos.

La producción y propiedades del grafito expandido se describen en una información técnica de Graphit Kropfmühl AG como sigue: en virtud de la estructura reticular estratificada del grafito pueden depositarse (intercalarse) átomos o pequeñas moléculas entre las capas de carbono. Con ello resulta la denominada sal expandida o GIC (siglas inglesas de compuesto de intercalación de grafito). Los grafitos expandidos de alto valor presentan una gran proporción de capas intercaladas. En el caso de las moléculas depositadas se trata la mayoría de las veces de compuestos de azufre o nitrógeno. Bajo la acción del calor, las capas se separan a modo de acordeón mediante termólisis y las escamas de grafito se expanden. En función del tipo de grafito expandido, la expansión puede iniciarse ya a aprox. 150°C y puede tener lugar casi de forma brusca. En el caso de la expansión libre, el volumen final puede alcanzar varios centuplos del volumen de partida. Las propiedades del grafito expandido, es decir la temperatura de arranque y la capacidad de expansión, vienen determinadas principalmente por la calidad de la intercalación (cuantas de las capas paralelas a las bases se intercalaron) y por el agente de intercalación.

Según la terminología utilizada en la publicación de Graphit Kropfmühl AG, con la expresión "grafito expandido" se designa de manera evidente la etapa previa a la expansión, a saber la unión de intercalación del grafito susceptible de expandirse (la sal de grafito) y no el estado expandido. El uso de sales de grafito de este tipo como aditivos piroretardantes para materiales de construcción es estado conocido de la técnica.

La indicación a la estructura a modo de esponja de poros abiertos del grafito expandido en el documento DE-A 100 49 230 apunta, sin embargo, a que en este caso no se hace referencia a la sal de grafito todavía susceptible de expansión, sino más bien a la forma ya expandida del grafito expandido (en lo que sigue y con aras de la claridad designado como expandido de grafito). Las partículas en forma de gusanitos o de acordeón obtenidas como resultado de la expansión térmica son muy voluminosas. La densidad aparente del expandido de grafito es con 2 a 20 g/l muy baja. Por lo tanto, el transporte y la dosificación de partículas a base de grafito expandido ofrece considerables dificultades técnicas, y la mezclado en la fase acuosa se impide de forma extrema por la suspensión de las partículas de producto expandido ligeras y voluminosas. Por lo tanto, sólo se podría alcanzar con dificultad una distribución homogénea del expandido de grafito en el yeso o cemento. Otro problema es el fuerte desprendimiento de polvo durante la manipulación con el expandido de grafito. Por lo tanto, es más bien improbable que los aditivos conductores de calor a base de expandido de grafito para materiales de construcción se manifiesten adecuados en la práctica.

Ciertamente, para los ejemplos de realización de la solicitud de patente antes mencionada tampoco se añadió al solado expandido de grafito, sino grafito natural finamente molido con un tamaño de partículas menor que 0,05 mm (producto fabricado EDM de Graphit Kropfmühl AG). Con ello se alcanzó un aumento de la conductividad térmica del solado de 1 a 1,4 W/m*K hasta 2 a 2,8 W/m*K.

A partir del estado conocido de la técnica precedentemente descrito se estableció la misión de encontrar un aditivo conductor del calor y electromagnéticamente protector para masas de moldeo de materiales de construcción basadas en yeso y piezas moldeadas producidas a partir de las mismas, con el que se puedan superar los inconvenientes del estado de la técnica.

Este aditivo ha de determinar, ya en proporciones en masa relativamente pequeñas, un aumento significativo de la conducción del calor y del aislamiento de radiación electromagnética. Además de ello, debe ser manipulable sin tomar precauciones particulares en relación con la aspiración del polvo, etc., debe poder ser fácilmente transportado, dosificado y mezclado, en particular también en un medio acuoso. Además, el aditivo debería afectar lo menos posible a las propiedades del yeso y, en particular, no debería perjudicar la estabilidad mecánica de las piezas moldeadas de construcción. Además, se desea que las piezas moldeadas de construcción que contienen el aditivo, por ejemplo planchas encartonadas de yeso, se puedan fabricar esencialmente con la misma tecnología y - a excepción de los dispositivos necesarios para la adición dosificada del aditivo - con el mismo equipamiento que las correspondientes piezas moldeadas de construcción habituales.

La solución del problema consiste en añadir a los materiales de construcción basados en yeso material de molienda a base de expandido de grafito compactado. La proporción referida a la masa en seco de este aditivo en el material de construcción de yeso asciende a 5 hasta 50%, pero preferiblemente a no más de 25%.

5 Otras ventajas, detalles y formas de realización particulares de la presente invención pueden deducirse de la siguiente descripción detallada y de los ejemplos de realización.

10 El aditivo empleado en la presente invención se puede obtener mediante expansión térmica de un compuesto de intercalación de grafito expandible para formar expandido de grafito y compactación renovada del expandido de grafito para formar una estructura plana la cual, a continuación, es molida para formar partículas del tamaño de grano deseado. Preferiblemente, se ofrecen en partículas esencialmente en forma de plaquitas con un diámetro de 1 a 5 mm. La densidad aparente asciende a 0,12 hasta 0,25 g/cm³.

El aditivo basado en grafito para masas de moldeo de materiales de construcción basadas en yeso conforme a la presente invención presenta, con respecto a los aditivos de carbono o bien de grafito conocidos del estado de la técnica, una serie de ventajas.

15 Las partículas de aditivo son relativamente compactas en virtud de la compactación. Por lo tanto, apenas tienden a la formación de polvo y se pueden manipular, transportar, dosificar y mezclar fácilmente. En particular, se pueden incorporar por mezcladura en masas de yeso o similares sin el problema de la suspensión en un medio acuoso.

Con un diámetro de partícula de 1 a 5 mm, las partículas son relativamente grandes en comparación con las de los aditivos conocidos del estado de la técnica. Esta es una ventaja particular, dado que un gran tamaño de las partículas de aditivo facilita la formación de una red de percolación conductora en una matriz no conductora.

20 Es generalmente conocido que en el caso de materiales compuestos en partículas a base de una matriz poco eléctrica o bien térmicamente conductora y un aditivo eléctrica o bien térmicamente conductor, la conductividad eléctrica o bien térmica es una función de la proporción de este aditivo. En este caso, la conductividad no aumenta linealmente con la proporción del aditivo conductor, sino que se incrementa significativamente al alcanzar el umbral de percolación, es decir, tan pronto como la proporción de aditivo conductor sea lo suficientemente grande como para configurar una red continua de circuitos conductores. Una adición ulterior de aditivo más allá del umbral de percolación determina ya sólo un ligero aumento de la conductividad.

30 La capacidad de la formación de la red y, con ello, la proporción de los aditivos conductores necesaria para alcanzar el umbral de percolación depende en gran medida del tamaño de partículas y de la distribución de los tamaños de partículas de las partículas de aditivo. Aditivos a base de partículas grandes con una amplia distribución del tamaño de partículas forman, ya en el caso de una pequeña proporción, redes continuas en la matriz como aditivos a base de pequeñas partículas con una estrecha distribución del tamaño de partículas.

35 Sin embargo, aditivos a base de partículas voluminosas grandes tales como expandido de grafito, sólo se pueden incorporar por mezcladura con dificultad en una masa de moldeo que forma la matriz en virtud de su baja densidad aparente. La densidad aparente del aditivo utilizado en la presente invención se encuentra, con 0,12 a 0,25 g/cm³, en el intervalo entre los dos casos límites expandido de grafito (0,002 a 0,02 g/cm³) y grafito natural (aprox. 0,4 a 0,7 g/cm³) o bien grafito sintético (0,8 a 0,9 g/cm³).

40 Mediante la compactación del expandido de grafito se eliminan las propiedades desventajosas del expandido de grafito, sin perder con ello sus ventajas. A diferencia de las partículas de expandido de grafito voluminosas, se obtienen partículas fácilmente manipulables que no se suspenden en un medio acuoso y, por lo tanto, se pueden incorporar por mezcladura, sin dificultades, en masas de moldeo habituales. Además, la compactación del expandido de grafito determina un aumento significativo de la conductividad térmica en las partículas.

45 Por otra parte, el expandido de grafito compactado presenta también, todavía en gran medida, las ventajas conocidas a partir del documento DE-A 100 49 230 del expandido de grafito no compactado, a saber, una determinada elasticidad y una sencilla impregnabilidad con un aglutinante. A este respecto, se ha de señalar que el material película de grafito, producido asimismo mediante compactación de expandido de grafito, y particularmente conocido de la técnica de compactación, es asimismo elástico en cierta medida, así como puede impregnarse con aglutinantes o sustancias similares bajo la absorción de hasta el 100% de su propia masa.

50 Otra ventaja del material de molienda a base de expandido de grafito compactado consiste en que su higroscopicidad es similar a la del yeso. Por lo tanto, el efecto climatizante del recinto de los materiales de construcción basados en yeso no disminuye mediante el aditivo como sería el caso en otros aditivos (fibras de carbono, grafito sintético, negro de carbono, y similares).

Además, las partículas de grafito actúan de forma ligante y lubricante. Con ello, son menores la carga de polvo y el desgaste de la herramienta durante el tratamiento mecánico de piezas moldeadas de acuerdo con la invención tales como, p. ej., planchas de yeso. Aditivos conocidos del estado de la técnica (negro de carbono, fibras de carbono) no

tienen un efecto de este tipo, y el polvo que se forma durante el tratamiento de piezas moldeadas, que contienen estas sustancias, es peligroso para la salud en virtud del contenido de fibras de carbono o de partículas de carbono muy finas, de manera que durante el tratamiento deben tomarse precauciones de protección particulares.

5 Las dos primeras etapas del proceso de producción del aditivo son conocidas de la producción de una película de grafito. En este caso, a partir de grafito natural se produce un compuesto de intercalación, éste se expande térmicamente y las partículas de expandido se compactan a continuación para formar una estructura plana con un espesor entre 0,1 y 3 mm, preferiblemente como máximo 1 mm y una densidad entre 0,8 y 1,8 g/cm³.

10 La molienda del expandido de grafito compactado tiene lugar en un granulador, preferiblemente con tamices con una anchura de malla entre 2 y 4 mm. En este caso se obtienen predominantemente partículas con un diámetro entre 1 y 5 mm.

15 La proporción del material de molienda a base de expandido de grafito compactado puede reemplazarse en una medida limitada por grafito natural molido, sin que se produzcan mermas significativas en la mejora alcanzable de la conductividad térmica. En el caso de una proporción de aditivo referida a la masa de material de construcción de 25%, la proporción del material de molienda a base de expandido de grafito compactado asciende, en la masa total del material de construcción, a 5% y la proporción del grafito natural molido, a 20%. Es decir, en este caso, el material de molienda a base de expandido de grafito compactado es reemplazado hasta en un 80% por grafito natural molido. Esta es una ventaja rentable, dado que el grafito natural molido, debido a la renuncia al proceso de expansión y de compactación, es más económico. Las proporciones de material de molienda a base de expandido de grafito compactado y grafito natural molido las elegirá el experto en la materia en función del caso de aplicación, teniendo en cuenta las propiedades deseadas del producto (conductividad térmica necesaria, etc.) y la disponibilidad de los materiales.

20 Además de ello, la combinación de material de molienda a base de expandido de grafito compactado con otros aditivos conductores térmicos tales como grafito natural, es ventajosa, ya que con ello aumenta el intervalo de la distribución por tamaño de partículas del aditivo. Esto facilita de nuevo la formación de una red de percolación, dado que las partículas expandidas, obtenidas mediante la molienda de expandido de grafito compactado, pueden formar puentes conductores entre las partículas más pequeñas a base de grafito natural.

Otros aditivos que pueden añadirse por mezcladura al material de molienda a base de expandido de grafito, con el fin de aumentar la conductividad térmica y eléctrica de materiales de construcción basados en yeso, son fibras de carbono y de metal.

30 El material de molienda a base de producto expandido de grafito compactado se añade conforme a la invención a materiales de construcción basados en yeso. El material de molienda se incorpora por mezcladura en el material de construcción en una cantidad tal que su proporción en la masa seca del material de construcción ascienda a 5 hasta 50%. Por materiales de construcción basados en yeso se entienden en este caso mezclas a base de yeso y de los áridos habituales. Estos pasan a emplearse como masas de moldeo tales como pastas para emplastecer de yeso, pastas de enlucido de yeso, solado de yeso, o similares, o sirven - eventualmente combinados con otros componentes - como material de partida para la producción de piezas moldeadas tales como, por ejemplo, planchas de yeso, en especial planchas encartonadas de yeso, de fibras de yeso y de velo de yeso, así como planchas compuestas de yeso. Las piezas moldeadas de acuerdo con la invención contienen, por lo tanto, un material de construcción basado en yeso que contiene un aditivo de expandido de grafito compactado molido en una proporción de 5 a 50% la masa en seco del material de construcción basado en yeso.

35 Además de ello, la invención se refiere también a piezas componentes compuestas a base de al menos una pieza moldeada, que contiene un material de construcción basado en yeso con un aditivo de material de molienda a base de expandido de grafito compactado en una proporción de 5 a 50% de masa en seco del material de construcción, y al menos una pieza moldeada que no contiene material de construcción basado en yeso. Esta pieza moldeada que no contiene material de construcción basado en yeso puede ser, por ejemplo, una plancha de fibras duras, una plancha a base de un material aislante térmico, una baldosa, un ladrillo de chamota o un ladrillo de hormigón poroso o similar.

Placas de yeso de acuerdo con la invención pueden utilizarse, por ejemplo, para el revestimiento protector de cajas para entrada de cables en edificios.

50 Las piezas moldeadas de acuerdo con la invención, p. ej., planchas encartonadas de yeso, no sólo se distinguen por una conductividad térmica significativamente más elevada, sino también por un calentamiento y distribución del calor muy uniformes dentro de las planchas o bien piezas moldeadas. Este efecto pudo determinarse mediante ensayos termográficos. El calentamiento uniforme de las planchas encartonadas de yeso de acuerdo con la invención en la superficie determina, p. ej., en el caso de una radiación solar delimitada a una superficie parcial de la plancha, una distribución eficaz del calor por toda la plancha.

En el caso de la aplicación simultánea de una masa de plaste-yeso o de enlucido de yeso de acuerdo con la invención se calienta de esta manera, p. ej., toda la superficie de la pared de una zona de vivienda de forma más rápida y uniforme y se reducen los puntos de temperatura localmente más baja, provocados, por ejemplo, por batimientos o transiciones de la pieza componente. Esto conduce en casos favorables incluso a que se reduzca o bien impida la formación de moho condicionada por una temperatura de la pieza componente localmente más baja. También en el caso del empleo de cuerpos calefactores y refrigeradores planos o bien de elementos y piezas componentes climatizadores es de considerable aprovechamiento la ventaja de la muy buena conductividad térmica y de la distribución plana del calor en las piezas componentes y materiales de construcción conformes a la invención, dado que la expansión mejorada con el calor permite de nuevo disponer los tubos recorridos por el medio calefactor en un diseño (meandro, espiral, rejilla o similar) con otras mallas que en el caso de un material de construcción habitual, de modo que se requiere menos tubería.

Eventualmente, las planchas de yeso conformes a la invención u otras piezas moldeadas están impregnadas, por completo o en parte, con materiales sintéticos, por ejemplo resinas o materiales termoplásticos, con el fin de aumentar su estanqueidad y estabilidad frente a acciones mecánicas y otras acciones del medio ambiente.

Alternativa o adicionalmente, una o varias superficies de las planchas de yeso u otras piezas moldeadas pueden estar provistas, en parte o por completo, con capas de pintura, recubrimientos o revestimientos que cumplen determinadas funciones tales como, entre otros, una mejora de la óptica, una simplificación de la manipulabilidad, protección frente al fuego, efecto como barrera del vapor de agua, mejora del aislamiento térmico hacia el exterior e insonorización o reducción de la sensibilidad a los golpes. Ejemplos de revestimientos de este tipo son, entre otros, capas de pintura, revestimientos de material sintético, forros con papel, chapas de madera, películas de metal o material sintético, chapas, flejes de metal, tejidos o estructuras textiles planas.

Además de ello, son posibles revestimientos que contienen un pegamento, un adhesivo o un aglutinante. Estos revestimientos pueden servir para la fabricación de una asociación entre piezas moldeadas conformes a la invención o de piezas moldeadas conformes a la invención con otras piezas moldeadas de la construcción tales como, por ejemplo, ladrillos de chamota, ladrillos de hormigón con poros o baldosas.

La invención se describe en lo que sigue a modo de ejemplo con ayuda de planchas encartonadas de yeso, pero esto no se ha de entender sin embargo de modo limitativo en virtud de su idoneidad general para todos los tipos de materiales de construcción basados en yeso.

La fabricación de planchas encartonadas de yeso es conocida. Las planchas encartonadas de yeso se fabrican, por norma general, a partir de yeso de estucar y aditivos para el núcleo de yeso, así como cartón muy valioso en instalaciones de cinta en funcionamiento continuo.

En la fabricación de las planchas encartonadas de yeso, se aporta primeramente la plancha desde abajo, que forma la cara vista de la plancha. Para la conformación de los bordes, se practican hendiduras en la plancha. Después tiene lugar la alimentación de la lechada de yeso, la cual es distribuida mediante estaciones de moldeo. A esta lechada de yeso se le agrega el aditivo conductor del calor y eléctricamente protector, cuya preparación ya se describió precedentemente. Al mismo tiempo tiene lugar la alimentación de la plancha desde arriba. El cordón de cartón de yeso todavía muy húmedo recorre el tramo de fraguado, en cuyo extremo se cortan a medida planchas individuales con un dispositivo de corte. La longitud y la velocidad de la cinta del tramo de fraguado están ajustadas al comportamiento de fraguado del núcleo de yeso. Una mesa giratoria conduce las planchas a un secador de múltiples pisos. Después del secado de las planchas, éstas se cantean en los bordes transversales y se empaquetan.

Opcionalmente, las planchas encartonadas de yeso se proveen de ranuras, juntas o taladros. Así, por ejemplo, es conocido proveer de juntas a una capa de yeso encartonada por una cara, las cuales se extienden a través del núcleo de yeso hasta la capa de cartón. De esta forma se obtiene un material de cartón de yeso enrollable.

45 **Ejemplos de realización**

Granulometría del aditivo

Una mezcla a base de expandido de grafito compactado con un espesor entre 0,1 mm y 1 mm se molió en un granulador con un tamiz de una anchura de malla de 3 mm.

La distribución por tamaño de partículas del material de molienda se determinó mediante el análisis de tamizado. El resultado del análisis de tamizado se indica en la Tabla 1. Aproximadamente dos tercios de todas las partículas tienen un diámetro mayor que 1 mm.

Tabla 1: Granulometría del material de molienda

Fracción /mm	Proporción porcentual
< 0,2	2
0,2 - 0,5	10
0,5 - 1,0	22
1,0 - 2,0	49
2,0 - 3,15	16
3,15 - 5,0	1
5,0 - 8,0	0
> 8,0	0

Conductividad térmica de las planchas encartonadas de yeso conformes a la invención

5 Para planchas encartonadas de yeso conformes a la invención con un contenido diferente del aditivo térmicamente conductor se determinaron la conductividad térmica perpendicular al plano de la plancha para la plancha envuelta con cartón, la conductividad térmica del núcleo de yeso (es decir, sin la influencia de la envoltura del cartón) y la conductividad térmica paralela al plano de la plancha. Para fines comparativos se examinaron también planchas encartonadas de yeso habituales, así como planchas encartonadas de yeso en las que el aditivo había sido reemplazado, por completo o en parte, por grafito natural molido que contenía predominantemente partículas en un intervalo de tamaños de 180 a 300 μm .

10 Para la medición de la conductividad térmica perpendicular al plano de las planchas se utilizó un sistema de aparatos monoplancha. Éste se compone de una plancha central cuadrada eléctricamente caldeada de 20 cm de longitud, rodeada por un primer anillo protector en forma de marco de 6 cm de anchura y un segundo anillo protector termostatzado, así como una plancha refrigerante termostatzada. Los anillos protectores garantizan un flujo de calor unidimensional vertical en la zona de la superficie de medición. La muestra se encuentra entre el lado más caliente del aparato (que comprende la plancha central y el primer anillo protector) y la plancha refrigerante. La plancha central y el primer anillo protector son caldeados eléctricamente hasta temperatura T_h . La plancha refrigerante se enfría hasta la temperatura T_c . A partir de la potencia eléctrica P_{el} y la superficie A de la plancha central con las temperaturas T_h y T_c se calcula la resistencia térmica $1/\Lambda$ de la muestra investigada, como sigue:

$$20 \quad \frac{1}{\Lambda} = \frac{A \cdot (T_h - T_c)}{P_{el}}$$

En el caso de un espesor de la muestra conocido, a partir de la resistencia térmica $1/\Lambda$ determinada experimentalmente se puede calcular la conductividad térmica de la muestra perpendicular al plano de la plancha):

$$\lambda = \Lambda \cdot d = \frac{P_{el} \cdot d}{A \cdot (T_h - T_c)}$$

25 Los valores, así medidos, contienen siempre también partes del revestimiento de cartón que actúa como resistencia en serie.

30 La conductividad térmica del material del núcleo se determinó según el método dinámico del hilo caliente. En este caso, un hilo caliente embutido en la muestra (hilo de platino con un diámetro de 100 μm y una longitud de 6 cm) sirve al mismo tiempo como elemento calefactor y como sensor de la temperatura. Durante la medición, el hilo se caldea con una potencia eléctrica constante por medio de una fuente de potencia constante. El desarrollo en el tiempo de la temperatura media del hilo caliente, que depende de la conductividad térmica de la muestra, se puede determinar con ayuda de la resistencia del hilo dependiente de la temperatura.

Para estas mediciones se dividieron por la mitad las planchas de muestra, y el hilo caliente se embutió en cada caso entre las dos mitades de la plancha de muestra de las que se había retirado la envolvente de cartón en cada caso en la superficie orientada hacia el hilo.

Los resultados de la medición están recopilados en la Tabla 2.

5 Tabla 2 Conductividad térmica de planchas encartonadas de yeso con diferentes aditivos

Composición y contenido referido a la masa / % del aditivo	Conductividad térmica	
	perpendicular al plano de la plancha/ [W/m*K]]	núcleo de yeso / [W/m*K]]
0	0,231 ± 0,012	0,385 ± 0,019
5 (expandido de grafito compactado)	0,373 ± 0,019	
10 (expandido de grafito compactado)	0,466 ± 0,023	1,097 ± 0,055
15 (expandido de grafito compactado)	0,476 ± 0,024	
15 (grafito natural molido)	0,398	
17 (expandido de grafito compactado)	0,453 ± 0,023	
20 (expandido de grafito compactado)	0,417 ± 0,021	1,090 ± 0,055
20 (grafito natural) + 5 (expandido de grafito compactado)	0,41 ± 0,03	

10 Ya un contenido, referido a la masa en seco, de 10% de material de molienda a base de expandido de grafito compactado determina una duplicación de la conductividad térmica perpendicular al plano de la plancha encartonada. Si se mide únicamente la conductividad térmica del núcleo, entonces el efecto es todavía más claro en virtud de la ausencia del revestimiento de cartón que actúa como resistencia en serie: un contenido en aditivo de 10% determina casi una triplicación de la conductividad térmica del material del núcleo perpendicular al plano de la plancha.

15 Un aumento adicional del contenido en aditivo, referido a la masa, de hasta 20% ya no determina (en el marco de la precisión de medición) aumento significativo alguno de la conductividad térmica. Esto apunta a que ya en el caso de una proporción, referida a la masa, de 10 a 15% de material de molienda a base de expandido de grafito compactado se alcanza el umbral de percolación.

Si, en su lugar, se añade grafito natural molido al núcleo de yeso, entonces en el caso de un contenido en aditivo, referido a la masa, equiparable (15%) no se puede alcanzar ningún aumento tan grande de la conductividad térmica.

20 Con una mezcla de material de molienda a base de expandido de grafito compactado y de grafito natural se determina, sin embargo, un aumento de la conductividad térmica similar al de un aditivo que contiene sólo material de molienda a base de expandido de grafito compactado. Esto se puede atribuir a la simplificación de la formación de redes de percolación con una distribución del tamaño de partículas amplia.

Amortiguación de blindaje de las planchas encartonadas de yeso

25 La medición de la amortiguación de blindaje de planchas encartonadas de yeso habituales, así como de planchas encartonadas de yeso con diferentes proporciones de material de molienda a base de expandido de grafito compactado tuvo lugar en base a la norma DIN EN 50147-1 a frecuencias de los tipos de campo magnético, onda plana así como microonda (véase la Tabla 3).

La estructura de medición comprende generador de señales, antena emisora, antena receptora y analizador del espectro. La muestra se encuentra entre la antena emisora y la receptora.

5 Para cada una de las frecuencias de medición se obtiene la amortiguación de blindaje S del material a investigar (Tabla 3) como la diferencia de dos mediciones de la amortiguación de propagación, a saber, la atenuación de propagación P_0 sin el material amortiguante a examinar, y la atenuación de propagación P_s con la muestra del material a investigar incorporada en el aparato de medición. La distancia, la orientación y la polarización de las antenas así como la potencia de partida del generador de señales son iguales en el caso de ambas mediciones.

Tabla 3 Valores de medición de la amortiguación de blindaje /[dB]

Contenido en aditivo referido a la masa / %	Campo magnético				Onda plana			Microonda	
	10 kHz	156 kHz	1 MHz	10 MHz	107 MHz	407 MHz	997 MHz	10 GHz	18 GHz
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	2	9	8	18	34
10	0	0	0	0	6	18	15	31	56
15	0	0	0	0	13	26	23	46	70
17	0	0	0	0	16	28	24	43	60
20	0	0	0	0	18	29	27	51	68

10 Mientras que planchas encartonadas de yeso sin aditivo no actúan de forma protectora en ninguno de los intervalos de frecuencia examinados, mediante la adición de grafito se puede alcanzar una amortiguación de blindaje en los intervalos de frecuencia de ondas planas y microondas. La amortiguación de blindaje aumenta con la porción creciente del aditivo, pero el aumento de la amortiguación de blindaje en el caso de contenidos de aditivo, referidos a la masa, por encima de 15% es claramente inferior que en el caso de contenidos aditivos, referidos a la masa, de hasta 15%. Esto apunta al rebose de un umbral de percolación tal como se observó también para la conductividad térmica.

15

REIVINDICACIONES

1. Material de construcción basado en yeso, caracterizado por que el material de construcción basado en yeso contiene expandido de grafito compactado molido en una proporción de 5 a 50%, de preferencia como máximo 25%, referido a la masa en seco del material de construcción.
- 5 2. Material de construcción basado en yeso según la reivindicación 1, caracterizado por que el material de molienda a base de expandido de grafito compactado tiene una densidad aparente entre 0,12 y 0,25 g/cm³.
3. Material de construcción basado en yeso según la reivindicación 1, caracterizado por que el material de molienda a base de expandido de grafito compactado contiene partículas en forma de plaquita con un diámetro entre 1 y 5 mm.
- 10 4. Material de construcción basado en yeso según la reivindicación 1, caracterizado por que al material de molienda a base de expandido de grafito compactado está añadido por mezcladura grafito natural molido.
5. Material de construcción basado en yeso según la reivindicación 1, caracterizado por que al material de molienda a base de expandido de grafito compactado están añadidas por mezcladura fibras de metal o carbono.
- 15 6. Material de construcción basado en yeso según la reivindicación 1, caracterizado por que se trata de pasta para emplastecer de yeso, pasta de enlucido de yeso o solado de yeso.
7. Procedimiento para la producción de materiales de construcción basados en yeso conforme a la reivindicación 1, que comprende las etapas
 - preparación de un compuesto de intercalación de grafito,
 - expansión térmica del compuesto de intercalación de grafito para formar expandido de grafito,
 - 20 compactación del expandido de grafito para formar una estructura plana con un espesor entre 0,1 y 3 mm, preferiblemente como máximo 1 mm, y una densidad entre 0,8 y 1,8 g/cm³,
 - molienda del expandido de grafito compactado,
 - mezcladura del material de molienda en un material de construcción basado en yeso en una cantidad tal que la proporción, referida a la masa en seco, del material de molienda asciende a 5 hasta 50%.
- 25 8. Pieza moldeada, caracterizada por que presenta un material de construcción basado en yeso según la reivindicación 1.
9. Pieza moldeada según la reivindicación 8, caracterizada por que el material de molienda a base de expandido de grafito compactado tiene una densidad aparente entre 0,12 y 0,25 g/cm³.
- 30 10. Pieza moldeada según la reivindicación 8, caracterizada por que el material de molienda a base de expandido de grafito contiene partículas en forma de plaquita con un diámetro entre 1 y 5 mm.
11. Pieza moldeada según la reivindicación 8, caracterizada por que al material de molienda a base de expandido de grafito compactado está añadido por mezcladura grafito natural molido.
12. Pieza moldeada según la reivindicación 8, caracterizada por que al material de molienda a base de expandido de grafito compactado están añadidas por mezcladura fibras de metal o carbono.
- 35 13. Pieza moldeada según la reivindicación 8, caracterizada por que se trata de planchas de yeso, planchas compuestas de yeso, planchas encartonadas de yeso, planchas de fibras de yeso y planchas de velo de yeso.
14. Pieza moldeada según la reivindicación 8, caracterizada por que se trata de una pieza componente compuesta a base de al menos una pieza moldeada que contiene un material de construcción basado en yeso, y al menos una pieza moldeada que no contiene un material de construcción basado en yeso.
- 40 15. Pieza moldeada según la reivindicación 8, caracterizada por que la pieza moldeada presenta una impregnación.
16. Pieza moldeada según la reivindicación 8, caracterizada por que una o varias de las superficies de la pieza moldeada están provistas, por completo o en parte, de una pintura, un revestimiento o un recubrimiento.
- 45 17. Pieza moldeada según la reivindicación 8, caracterizada por que una o varias de las superficies de la pieza moldeada están forradas, por completo o en parte, con papel, chapa de madera, películas de metal o material sintético, chapas, flejes de metal, tejidos u otras estructuras planas textiles.

18. Pieza moldeada según la reivindicación 8, caracterizada por que una o varias de las superficies de la pieza moldeada están revestidas, en parte o por completo, con un pegamento, un adhesivo o un aglutinante.
19. Pieza moldeada según la reivindicación 8, caracterizada por que en la pieza moldeada están embutidas tuberías.
20. Uso de piezas moldeadas según la reivindicación 8, para el revestimiento de cajas para entrada de cables.
- 5 21. Uso de piezas moldeadas según la reivindicación 8 en calefacciones de suelo, techo o pared o techos climatizados.
22. Procedimiento para la producción de piezas moldeadas a partir de materiales de construcción basados en yeso conforme a la reivindicación 8, que comprende
- 10 preparación de un compuesto de intercalación de grafito,
- expansión térmica del compuesto de intercalación de grafito para formar expandido de grafito,
- compactación del expandido de grafito para formar una estructura plana con un espesor entre 0,1 y 3 mm, preferiblemente como máximo 1 mm, y una densidad entre 0,8 y 1,8 g/cm³,
- molienda del expandido de grafito compactado,
- 15 mezcladura del material de molienda en un material de construcción basado en yeso en una cantidad tal que la proporción, referida a la masa en seco, del material de molienda asciende a 5 hasta 50%,
- producción de piezas moldeadas a partir de una proporción, referida a la masa en seco, de 5 a 50% de material de molienda a base de material de construcción basado en yeso con contenido en expandido de grafito compactado y, eventualmente, otros componentes.