

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 657**

51 Int. Cl.:

E04B 1/94

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.04.2015 PCT/US2015/026087**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.10.2015 WO15161024**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.04.2015 E 15719111 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 3132099**

54 Título: **Panel con barrera anti incendios**

30 Prioridad:

18.04.2014 IT MI20140730

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

05.06.2019

73 Titular/es:

**DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC (100.0%)
2040 Dow Center
Midland, MI 48674, US**

72 Inventor/es:

**BERTUCELLI, LUIGI;
GUANDALINI, MAURIZIO;
LOTTI, LUCA y
VAIRO, GIUSEPPE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 715 657 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

Panel con barrera anti incendios

Campo

5 Las realizaciones se refieren a paneles y disposiciones de paneles que incluyen un revestimiento que no es a base de acero y una capa de barrera anti incendios, a construcciones que incluyen dichos paneles, y a métodos de formación de los paneles y las disposiciones de paneles.

Introducción

10 Los productos aislantes que incluyen espumas poliméricas proporcionan un buen aislamiento térmico y pueden usarse en diversas aplicaciones, incluyendo componentes de construcción. Por ejemplo, los productos aislantes pueden usarse eficazmente para cumplir con las nuevas normativas de ahorro de energía. Al mismo tiempo, los códigos de construcción más estrictos pueden requerir el uso de productos de construcción que tengan características de comportamiento en caso de incendio mejoradas. Además, los edificios energéticamente eficientes podrían plantear algunos desafíos adicionales para la protección pasiva anti incendios, por ejemplo, basándose en la envoltura del edificio altamente aislada y/o la presencia de elementos solares. Por consiguiente, existe la necesidad de productos de construcción de ingeniería innovadores capaces de combinar el excelente aislamiento térmico de las espumas poliméricas con un comportamiento mejorado en caso de incendio, el documento EP 2 581 216 A1 describe un panel de aislamiento, que comprende un primer revestimiento que es un placa metálica, una capa de espuma aislante y una capa de barrera anti incendios adyacente al primer revestimiento y entre el primer revestimiento y la capa de espuma aislante, incluyendo la capa de barrera anti incendios una dispersión de grafito expandible en una matriz polimérica de poliisocianato.

Compendio

25 Las realizaciones se pueden realizar proporcionando un panel de aislamiento que incluye un primer revestimiento que no es a base de acero que es un material combustible, un material una base de vellón de vidrio o una lámina metálica fina de bajo punto de fusión, una capa de espuma aislante y una capa de barrera anti incendios adyacente al primer revestimiento que no es a base de acero y entre el primer revestimiento que no es a base de acero y la capa de espuma aislante. La capa de barrera anti incendios incluye una dispersión de grafito expandible en una matriz polimérica de poliisocianato y la cantidad de grafito expandible por unidad de superficie es 200-1250 g/m². Por material combustible se entiende que el material se consumiría sustancialmente en su totalidad durante un incendio (por ejemplo, el material combustible es un material a base de membrana polimérica o un material a base de madera). Por lámina metálica fina de baja temperatura de fusión se entiende que la lámina metálica tiene una temperatura de fusión por debajo de al menos 800 °C. El grosor es de 0,05-0,1 mm.

Breve descripción de los dibujos

35 La FIG. 1 ilustra una vista en perspectiva de un panel 10 según una realización ejemplar. Las capas, que pueden no estar todas presentes, se ilustran en el siguiente orden: revestimiento A1 que no es a base de acero, capa B de barrera anti incendios, capa C de barrera anti incendios adicional opcional, espuma D aislante y otro revestimiento A2.

La FIG. 2 ilustra un gráfico de resultados experimentales.

Descripción detallada

40 Según realizaciones, los paneles de aislamiento pueden incluir un núcleo rígido de espuma de poliuretano/poliisocianurato (PUR/PIR) y una capa de barrera anti incendios adyacente a un revestimiento que no es a base de acero (p. ej., la capa de barrera anti incendios puede unirse con el uso de una capa adhesiva separada al revestimiento que no es a base de acero y/o puede unirse directamente al revestimiento que no es a base de acero). Por ejemplo, el panel de aislamiento puede estar dispuesto como se muestra en la FIG. 1. Aunque el panel de aislamiento incluye un revestimiento que no es a base de acero, el panel aún puede demostrar un comportamiento en caso de incendio deseable para ser utilizable en diversas aplicaciones (p. ej., en aplicaciones en las que puede no ser factible o deseable usar un panel de aislamiento autoportante con revestimientos de acero). Por ejemplo, el revestimiento que no es a base de acero puede consumirse y/o fundirse durante un incendio, pero la presencia de la capa de barrera anti incendios mejora el comportamiento del panel de aislamiento durante el incendio. Los revestimientos que no es a base de acero para el panel de aislamiento se pueden seleccionar de revestimientos que no es a base de acero ejemplares que incluyen aluminio (tales como lámina de aluminio), una lámina que no es a base de acero multicapa compuesta, películas externas tensionadas de lámina metálica no de acero, material a base de vidrio, tal como un material a base de vellón de vidrio, material a base de membrana polimérica, y material a base de madera. El panel de aislamiento que tiene tanto el revestimiento que no es a base de acero como la capa de barrera anti incendios puede mostrar propiedades mejoradas con respecto al índice de velocidad de propagación del fuego (FIGRA), índice de velocidad de propagación del humo (SMOGRA), liberación total de calor (THR), propagación lateral de la llama (LFS), producción total de humo (TSP) y/o la aparición de gotas o partículas en llamas cuando se hace referencia a los métodos de prueba descritos con respecto a la norma EN 13501-1. Por ejemplo, durante un incendio,

una capa de barrera anti incendios hinchada (p. ej., que se ha expandido varias veces su grosor original) protegerá la espuma de aislamiento anti el impacto de la llama e incluso puede llenar y sellar una cavidad de espacio de aire, reduciendo y/o previniendo una rápida propagación de la llama, que de lo anterior es probable que ocurra debido al efecto chimenea.

5 La capa de barrera anti incendios incluye una dispersión de grafito expandible en una matriz polimérica de poliisocianato y la cantidad de grafito expandible por unidad de superficie es al menos 200-1250 g/m². Por material combustible se entiende que el material se consumiría sustancialmente en su totalidad durante un incendio (p. ej., de modo que el material se inflama y arde fácilmente cuando se expone a una llama, el material exhibe una pérdida de peso mayor del 50 % en peso (por ejemplo, mayor del 80 % en peso, mayor del 90 % en peso, mayor del 99 % en peso, etc.) durante el incendio, y/o durante los primeros 30 segundos del incendio, el material exhibe llamas). Por ejemplo, el material combustible puede no superar la EN ISO 1182 (una prueba de no combustibilidad para identificar productos que no contribuirán, o no lo harán significativamente, a un incendio) y/o mostrar un potencial calorífico de propagación según la EN ISO 1716 (una prueba de potencial calorífico bruto que determina la liberación de calor total máxima potencial de un producto cuando se quema completamente, el GCP se mide en MJ/kg o MJ/m²).

10
15 Por material a base de vellón de vidrio se entiende, a modo de ejemplo, un sustrato de vellón de vidrio que se conoce en la técnica (p. ej., como se usa en productos de construcción). El material a base de vellón de vidrio puede tener un peso por metro cuadrado entre 85 y 400 g/m². El material a base de vellón de vidrio puede ser una capa que incluye vellón de vidrio y tiene un grosor inferior a 2,0 mm. Otros materiales a base de vellón de vidrio ejemplares incluye vellón de vidrio recubierto de mineral y vellón de vidrio impregnado de betún (p. ej., vellón de vidrio recubierto de mineral y vellón de vidrio impregnado de betún que se conoce en la técnica).

20
25 Por lámina metálica fina de baja temperatura de fusión se entiende que la lámina metálica tiene una temperatura de fusión por debajo de al menos 800 °C. El grosor es de 0,05-0,1 mm. La capa de barrera anti incendios puede proporcionar protección a la capa de espuma aislante del lado de un revestimiento que podría quemarse o derretirse cuando se expone al incendio. Por ejemplo, cuando se expone al calor de un fuego durante el incendio, la capa de barrera anti incendios puede sufrir una modificación física/química que causa la formación de un residuo carbonoso poroso altamente expandido que puede proteger el núcleo de espuma que está debajo anti el impacto de la llama.

30 Por ejemplo, el panel de aislamiento que tiene el revestimiento que no es a base de acero y la capa de barrera anti incendios puede cumplir los requisitos necesarios para una clasificación de Euroclass Bs1d0 según la norma EN 13501-1. El sistema Euroclass se introdujo en Europa mediante una Decisión de la Comisión (2000/147/EC), con fecha del 8 de febrero de 2000, que implementa la Directiva del Consejo 89/106/CEE (Ref. OJ L 50, 23.2.2000). El sistema Euroclass incluye los subsistemas A a F, de los cuales la subclase más alta de A incluye típicamente productos que generalmente se consideran productos no combustibles. Por consiguiente, el subsistema B es un estándar de clasificación buscado para los productos que incluyen espumas de poliuretano, tales como paneles de aislamiento, ya que los núcleos de espuma se consideran típicamente productos combustibles. Los subsistemas (incluyendo el subsistema B) se dividen en s1, s2 y s3 según la clasificación de humo y d0, d1 y d2 según la clasificación de gotas en llamas. Para cumplir con los requisitos del subsistema "B", el panel de aislamiento tiene que soportar una prueba de esquina (según la norma EN 13823) en la que se miden varios parámetros. En primer lugar, la liberación total de calor (THR) debe ser menor o igual a 7,5 MJ, el umbral del índice de velocidad de propagación del fuego a 0,2 MJ debe ser menor o igual a 120 W/s, y la propagación del fuego no debe alcanzar el borde del conjunto del panel. Para la clasificación s1, el panel de aislamiento debe mostrar una producción total de humo (TSP) que sea menor o igual a 50 m² y, al mismo tiempo, un índice de velocidad de propagación del humo (SMOGR) que sea menor a 30 m²/s². Para la clasificación d0, el panel de aislamiento demuestra una ausencia de gotas incandescentes durante la prueba.

35
40
45 La capa de barrera anti incendios puede incluir la dispersión de grafito expandible en la matriz polimérica de poliisocianato, que incluye poliuretanos, poliuretano-poliureas y/o poliuretano-poliisocianuratos. Según una realización ejemplar, la matriz incluye poliuretano-poliisocianuratos de una formulación de alto índice. Por ejemplo, la matriz polimérica puede formarse mediante la reacción a un índice de isocianato de más de 180 (p. ej., de 185 a 1500) de un reaccionante que contiene isocianato y un reaccionante de polioliol, que incluye un polioliol de cadena larga de un peso equivalente promedio en número de más de 200 g/mol (por ejemplo, de 220 a 1800). El reaccionante de polioliol puede incluir un polioliol de poliéter de peso equivalente superior (p. ej., un polioliol de poliéter de polioxipropileno-polioxietileno que tiene un peso equivalente de 1000 a 1800) y/o un polioliol de poliéster de peso equivalente inferior (por ejemplo, un polioliol de poliéster aromático que tiene un peso equivalente de 220 a 500). Según realizaciones, la cantidad de grafito expandible por unidad de superficie del panel es de 200 g/m² a 1250 g/m².

50
55 El panel puede incluir además un segundo revestimiento (por ejemplo, un revestimiento a base de acero u otro revestimiento que no es a base de acero) en el lado opuesto de la capa de espuma que tiene el primer revestimiento que no es a base de acero. Una capa de barrera anti incendios adicional puede o no estar presente entre el segundo revestimiento y el núcleo de espuma. Esta capa de barrera anti incendios puede o no ser la misma que la primera capa de barrera anti incendios. El panel puede excluir una capa fina de polímero a base de poliisocianato no expandido o ligeramente expandido formado a partir de un isocianato y un polioliol, que se usa para promover la adhesión entre el revestimiento y el núcleo de espuma. Esta capa fina puede denominarse capa adicional de poliuretano/poliisocianurato o capa promotora de la adhesión.

60

Según realizaciones ejemplares, el panel de aislamiento puede caracterizarse por un excelente aislamiento térmico (p. ej., que tiene un coeficiente de transferencia de calor, conocido como valor U, que es menor de 1,00 W/(m²K), menor de 0,50 W/(m²K), y/o menor de 0,30 W/(m²K)). El panel de aislamiento puede tener, entonces, una conductividad térmica total a 10 °C que es menor de 0,1 W/(m*K), menor de 0,05 W/(m*K) y/o menor de 0,03 W/(m*K).

5 El panel de aislamiento puede ser sustancialmente plano en un estado de reposo y rígido. El panel de aislamiento puede ser útil para el aislamiento térmico de conductos, paredes y/o techos. Por ejemplo, el panel de aislamiento se puede usar en aplicaciones de instalación de componentes, tales como canalizaciones. La posición de la capa de barrera anti incendios puede depender de la aplicación específica, p. ej., la capa de barrera anti incendios (y la película externa adyacente) puede estar enfrentada a una cavidad o enfrentada a un sustrato. Los paneles de aislamiento
10 pueden tener un borde de lengüeta y ranura en dos o en los cuatro lados. Para aplicaciones de canalizaciones, el panel de aislamiento puede tener retenes de chapa metálica plegados u otros tipos de diseño de borde de enclavamiento para permitir que los paneles encajen a presión entre sí para formar o rodear conductos ensamblados. Según otro ejemplo, el panel de aislamiento se puede fijar firmemente a los marcos de soporte que, además, actúan como separadores para proporcionar el espacio de la cavidad ventilada o se puede sujetar directamente a la superficie
15 externa de la pared.

Para algunas aplicaciones de uso final, el panel de aislamiento se puede terminar con un perfil, tal como un refuerzo de metal, una vigueta de metal para losetas de soporte y/o con montantes de madera. Los paneles de aislamiento se pueden usar en diferentes tipos de construcciones, tales como construcciones de mampostería, acero y con armazones de madera. Por ejemplo, el panel de aislamiento puede encolarse y/o sujetarse a la superficie externa de
20 una pared. En otro ejemplo, el panel de aislamiento se puede usar cubierto con una capa de enlucido y una red de refuerzo. En el caso de que la capa de enlucido se agriete y/o pierda su integridad, la capa de barrera anti incendios puede proporcionar protección adicional al núcleo de espuma y/o limitar la propagación del fuego. La presencia opcional de un refuerzo de fibra de vidrio en el núcleo de espuma puede ayudar a reducir o retrasar la formación de grietas en la espuma durante la exposición al calor o las llamas.

25 Capa de barrera anti incendios

La capa de barrera anti incendios también se denomina en la presente memoria la capa intumescente, la primera capa de barrera anti incendios, y la capa de barrera anti incendios que incluye grafito expandible. La capa de barrera anti incendios que tiene grafito expandible está dispuesta adyacente al revestimiento que no es a base de acero que es un material combustible o una lámina metálica fina de baja temperatura de fusión, para estar entre el revestimiento
30 que no es a base de acero y el núcleo de espuma. La capa de barrera anti incendios puede ser continua y puede estar unida continuamente (en una superficie única sin espacios en su interior) al revestimiento que no es a base de acero y a la capa de espuma. Por ejemplo, la capa de barrera anti incendios puede estar en contacto directo con un revestimiento de lámina de aluminio que tiene un grosor de 0,05-0,1 mm. La barrera anti incendios incluye una capa que tiene grafito expandible dispersado en la matriz polimérica, matriz polimérica que se puede formar haciendo reaccionar un componente reactivo con isocianato con un componente de isocianato.

La capa de barrera anti incendios puede tener una densidad de al menos 100 g/l (p. ej., de 100 g/l a 1200 g/l, de 150 g/l a 800 g/l, de 175 g/l a 650 g/l, de 225 g/l a 300 g/l, etc.). La capa de barrera anti incendios puede tener un grosor de 1 mm a 30 mm (p. ej., de 2 mm a 25 mm, de 3 mm a 20 mm, de 5 mm a 15 mm, etc.). La capa de barrera anti incendios puede ser rígida o semirrígida, p. ej., la capa de barrera anti incendios puede no ser quebradiza. La capa de barrera anti incendios puede tener una temperatura de transición vítrea de al menos 50 °C (p. ej., aproximadamente 100 °C). La capa de barrera anti incendios puede tener un módulo de Young según la UNI EN ISO 604 de al menos 30 MPa (p. ej., aproximadamente 80 MPa). La al menos una capa de barrera anti incendios adicional opcional, si se incluye, puede colocarse independientemente entre el núcleo de espuma y un revestimiento.

La capa de barrera anti incendios proporciona propiedades de barrera térmica, es decir, un gradiente de temperatura en condiciones de incendio. Esto pretende mejorar la resistencia del aislamiento durante la prueba de resistencia al fuego. La idoneidad de un material para actuar como material de barrera térmica puede evaluarse, p. ej., a escala de laboratorio midiendo el aumento de temperatura con un termopar colocado (p. ej., en la interfaz entre el material de barrera térmica y la capa de espuma, o colocado en la capa de espuma a cierta distancia de la interfaz, o sobre la superficie externa (lado no expuesto) del producto probado.

El grafito expandible se usa para proporcionar propiedades de barrera térmica en la capa de barrera anti incendios. El grafito expandible (un compuesto de intercalación de grafito también denominado "grafito exfoliante") es un material en partículas que se puede expandir en condiciones de incendio. El grafito expandible puede prepararse, p. ej., sumergiendo grafito natural en escamas en un baño de ácido crómico, después ácido sulfúrico concentrado. Según una realización ejemplar, las partículas de grafito expandible tienen un tamaño de partícula de 200 pm a 300 pm. La distribución del tamaño de partícula puede ser de un mínimo del 65 % al 85 % > 50 malla. El grafito expandible puede ser capaz de expandirse a al menos 200 veces (p. ej., 250 a 350 veces) su volumen inicial. La velocidad de expansión (minuto) puede ser de 275 cm³/g a 400 cm³/g. Los diferentes grafitos expandibles pueden tener diferentes temperaturas de expansión. Según una realización ejemplar, el grafito expandible comienza su expansión de aproximadamente 160 °C a 225 °C. Tipos ejemplares de grafito expandible incluyen QUIMIDROGA Grade 250 y NORD-MIN® KP 251 (disponible en el mercado de Nordmann Rassmann) y GHL Px95 HE (disponible en el mercado
60

de LUH).

Sin pretender vincularse a ninguna teoría, cuando se expone al calor de un incendio en desarrollo, la capa de barrera anti incendios sufre una modificación física/química que causa la formación de un residuo carbonoso poroso altamente expandido. Cuando la capa de barrera anti incendios está en el lado del fuego (es decir, el lado caliente que está más cerca del fuego), la capa de barrera anti incendios ayuda a proteger el núcleo de espuma del impacto de las llamas. Cuando la capa de barrera anti incendios está en el lado frío (es decir, el lado más alejado del fuego), la capa de barrera anti incendios ayuda sellando grietas en el núcleo de espuma y contribuye a proporcionar propiedades de barrera térmica.

Según realizaciones, la cantidad de grafito expandible presente por unidad de superficie del panel se calcula basándose en el grosor de la capa, la densidad de la capa y el porcentaje en peso de grafito expandible en la capa de barrera anti incendios (expresado como porcentaje en peso dividido por 100, como entenderá un experto en la técnica) incorporado en los reaccionantes:

$$\text{Cantidad de grafito expandible por unidad de superficie} = \frac{(\% \text{ en peso de grafito expandible a componentes totales en la capa de barrera anti incendios})}{100} \times (\text{densidad de la capa de barrera anti incendios}) \times (\text{grosor de la capa de barrera anti incendios})$$

Se cree que la cantidad de grafito expandible por unidad de superficie determina la expansión alcanzable de la capa y el alcance de la protección anti incendios. La cantidad de grafito expandible por unidad de superficie es de 250 g/m² a 1200 g/m², preferiblemente de 300 g/m² a 1100 g/m², de 500 g/m² a 1250 g/m², de 700 g/m² a 1200 g/m², de 750 g/m² a 1100 g/m², de 850 g/m² a 1100 g/m², etc.).

El grafito expandible se dispersa en (p. ej., se dispersa aleatoriamente en toda) la matriz polimérica. La matriz polimérica puede ser una matriz polimérica de poliisocianurato (PI), en la que el término "PI" se usa en la presente memoria para polímeros basados en poliisocianato formados a un alto índice de isocianato. La matriz polimérica incluirá grupos uretano, grupos isocianurato y/o grupos urea. El polímero a base de poliisocianato típicamente tiene buenas propiedades adhesivas al núcleo de espuma, capas de barrera anti incendios adicionales y/o revestimientos.

La matriz polimérica se forma a partir de un componente de polioliol que incluye al menos un reaccionante de polioliol y un componente de isocianato que incluye al menos un reaccionante que contiene isocianato. En una realización ejemplar, el componente de polioliol puede incluir al menos un polioliol de cadena larga que tiene un peso equivalente (medido como equivalentes g/mol) de más de 200, más de 250, más de 1000 y/o más de 1200. Por ejemplo, el peso equivalente es de 220 a 1800, 250 a 1600, 200 a 300 y/o 1500 a 1700. El peso equivalente (EW) se define como el peso del compuesto por sitio reactivo. El peso equivalente se puede calcular como $EW = 56,1 \times 1000/OH$ donde OH = número de hidroxilo. También pueden incluirse uno o más polioles de cadena no larga en el componente de polioliol. Por ejemplo, el al menos un reaccionante de polioliol puede consistir en uno o más polioles de cadena larga, es decir, no están presentes otros polioles. Los polioles de cadena larga controlan la densidad de reticulación y reducen la fragilidad. También se cree que tales polioles promueven la unión a revestimientos (por ejemplo, revestimientos que no es a base de acero). Según una realización ejemplar, el EW puede ser mayor de 1000, para ser un modificador de endurecimiento.

El polioliol de cadena larga del componente de polioliol puede incluir un polioliol de poliéter y/o un polioliol de poliéster. Se cree que los polioles de cadena larga promueven la unión a revestimientos, p. ej., revestimientos lámina de aluminio o compuesta. La funcionalidad del polioliol de cadena larga puede ser de 2 a 3.

Iniciadores ejemplares incluyen propilenglicol, glicerina y trimetilolpropano. Polioles ejemplares incluyen polioles VORANOL™ (polioles de poliéter disponibles de The Dow Chemical Company), ejemplos de los cuales incluyen VORANOL™ CP 4702 (un polioliol de poliéter formado añadiendo óxido de propileno y óxido de etileno a un iniciador de glicerina, una funcionalidad nominal de 3 y un EW de aproximadamente 1580) y VORANOL™ P1010 (un polioliol de poliéter formado añadiendo óxido de propileno a un iniciador de propilenglicol, una funcionalidad nominal de 2, un EW de aproximadamente 508). Otros polioles ejemplares incluyen polioles de poliéster tales como polioles de poliéster aromáticos. Un polioliol de poliéster ejemplar incluye polímeros de STEPANPOL™ (polioles de poliéster disponibles de Stepan Company), ejemplos de los cuales incluyen STEPANPOL™ PS 70L. Pueden usarse diversas combinaciones de polioles para formar el componente de polioliol. Otros polioles ejemplares incluyen VORANOL™ RN490 y VORANOL™ RH360 (polioles de poliéter formados añadiendo óxido de propileno a sacarosa y glicerina, que tienen una funcionalidad promedio superior a 4 y un EW de 115 y 156 respectivamente), VORANOL™ RN482 (polioliol de poliéter formado añadiendo óxido de propileno a sorbitol, que tiene una funcionalidad nominal de 6 y un EW de 115), TERCAROL™ 5903 (polioliol de poliéter formado añadiendo óxido de propileno a toluendiamina, que tiene una funcionalidad nominal de 4 y un EW de 127).

Polioles de poliéster ejemplares incluyen polioles de poliéster aromáticos. Por ejemplo, el polioliol de poliéster puede incluir del 30 % en peso al 40 % en peso de ácido tereftálico, del 5 % en peso al 10 % en peso de dietilenglicol y del 50 % en peso al 70 % en peso de polietilenglicol. Por ejemplo, el polioliol de poliéster incluye el 31,5 % en peso de ácido tereftálico, el 8,5 % en peso de dietilenglicol y el 60 % en peso de polietilenglicol. Se pueden usar otros tipos de polioles, tales como polioles de poliéster alifáticos, polioles de poliéter-carbonato alifáticos o aromáticos, polioles de poliéter-éster aromáticos o alifáticos y polioles obtenidos a partir de derivados vegetales.

El componente de isocianato puede incluir reaccionantes que contienen isocianato que son poliisocianatos alifáticos, cicloalifáticos, alicíclicos, arilalifáticos y/o aromáticos y derivados de los mismos. Los derivados ejemplares incluyen alofanato, biuret y prepolímero terminado en NCO. Según una realización ejemplar, el componente de isocianato incluye al menos un isocianato aromático, p. ej., al menos un poliisocianato aromático. Por ejemplo, el componente de isocianato puede incluir diisocianatos aromáticos tales como al menos un isómero de diisocianato de tolueno (TDI), TDI bruto, al menos un isómero de diisocianato de difenilmetileno (MDI), MDI bruto y/o metileno-poliisocianato de mayor funcionalidad. Como se emplea en la presente memoria, MDI se refiere a poliisocianatos seleccionados de isómeros de diisocianato de difenilmetano, poliisocianatos de polifenilmetileno y derivados de los mismos que portan al menos dos grupos isocianato. El MDI bruto, polimérico o puro se puede hacer reaccionar con polioles o poliaminas para producir MDI modificado. También pueden usarse mezclas de MDI polimérico y monomérico. El MDI tiene ventajosamente un promedio de 2 a 3,5 (p. ej., de 2,0 a 3,2) grupos isocianato por molécula. Reaccionantes que contienen isocianato ejemplares incluyen isocianato de PMDI VORANATE™ M229 (un diisocianato de metilendifenilo polimérico con una media de 2,7 grupos isocianato por molécula, disponible de The Dow Chemical Company).

Un índice de isocianato para formar la matriz polimérica de PI puede ser más de 180, más de 195, más de 300, más de 500, más de 700, más de 1000, más de 1200 y/o más de 1250. El índice de la matriz polimérica de PI puede ser menos de 2000. Por ejemplo, el índice de isocianato puede ser de 185 a 1500, de 195 a 1400, de 1000 a 1500, de 1200 a 1400 y/o de 1250 a 1350. El término "índice" se refiere al índice de isocianato, que es el número de equivalentes de compuesto que contiene isocianato añadidos por 100 equivalentes teóricos de compuesto reactivo con isocianato. Un índice de isocianato de 100 corresponde a un grupo isocianato por átomo de hidrógeno reactivo con isocianato presente, tal como de agua y la composición de polioliol. Un índice más alto indica una mayor cantidad de reaccionante que contiene isocianato. Se cree que un alto índice de isocianato conduce a mejor estabilidad térmica (como se muestra en los ejemplos) y comportamiento de reacción al fuego, incluyendo una producción de humo reducida.

La funcionalidad y el peso equivalente (EW) de los reaccionantes de polioliol para formar la matriz polimérica (tal como la matriz polimérica de PI) se pueden seleccionar dependiendo del índice de isocianato. Para la preparación de una matriz polimérica de PU adecuada, los reaccionantes de polioliol pueden seleccionarse para comprender al menos un polioliol que tiene una funcionalidad no inferior a 3 y, como promedio para la composición total de polioliol, para proporcionar un peso equivalente (EW) no superior a 200. Los polioles ejemplares que tienen una funcionalidad hidroxilo no inferior a 3,0 pueden seleccionarse entre los polioles de poliéster obtenidos por alcoxilación de iniciadores altamente funcionales, tales como glicerina, trimetilolpropano, sacarosa, sorbitol y toluendiamina.

La composición para formar la capa de barrera anti incendios puede incluir además al menos un retardante de llama. El retardante de llama puede estar presente en una cantidad del 1 % en peso al 50 % en peso (por ejemplo, del 1 % en peso al 30 % en peso, del 1,5 % en peso al 20 % en peso, del 1,5 % en peso al 10 % en peso, del 1,5 % en peso al 8 % en peso, del 2 % en peso al 5 % en peso, del 2,5 % en peso al 4 % en peso, del 2,5 % en peso al 3,5 % en peso, etc.), basándose en el peso total de la composición para formar la capa de barrera anti incendios (para formar la matriz polimérica). El retardante de llama puede ser un sólido o un líquido. La composición para formar la capa de barrera anti incendios puede incluir un retardante de llama no halogenado y/o un retardante de llama halogenado. Los retardantes de llama ejemplares incluyen melamina, compuestos de fósforo con o sin halógenos, compuestos que contienen aluminio, compuestos a base de magnesio, compuestos a base de nitrógeno con o sin halógenos, compuestos clorados, compuestos bromados y derivados de boro. Por ejemplo, la matriz polimérica puede incluir al menos un retardante de llama no halogenado que incluya fósforo.

Puede usarse un catalizador para formar la matriz polimérica, p. ej., se puede usar al menos un catalizador conocido en la técnica. Catalizadores ejemplares incluyen catalizadores de trimerización, que promueven la reacción del isocianato consigo mismo. Ejemplos de catalizadores incluyen tris(dialquilaminoalquil)-s-hexahidrotiazinas (tales como 1,3,5-tris(N,N-dimetilaminopropil)-s-hexahidrotiazina), DABCO™ TMR 30, DABCO™ K-2097 (acetato de potasio), DABCO™ K15 (octoato de potasio), POLYCAT™ 41, POLYCAT™ 43, POLYCAT™ 46, DABCO™ TMR, CURITHANE™ 52, hidróxidos de tetraalquilamonio (tales como hidróxido de tetrametilamonio), hidróxidos de metales alcalinos (tales como hidróxido de sodio), alcóxidos de metales alcalinos (tales como metóxido de sodio e isopropóxido de potasio) y sales de metales alcalinos de ácidos grasos de cadena larga que tienen de 10 a 20 átomos de carbono (y en algunas realizaciones, grupos hidroxilo colgantes).

Se puede usar un extensor de cadena, un compuesto de reticulación y/u otro aditivo para formar la matriz polimérica de PI. Extensores de cadena ejemplos incluyen dipropilenglicol, tripropilenglicol, dietilenglicol, polipropileno y polietilenglicol.

La capa de barrera anti incendios en el panel de aislamiento puede impartir propiedades de barrera térmica, tales como un gradiente de temperatura en condiciones de incendio. La capa de barrera anti incendios puede mejorar el comportamiento en caso de incendio de un elemento de construcción. La barrera anti incendios puede retrasar el calentamiento y la combustión de la espuma subyacente, p. ej., reduciendo la velocidad de liberación de calor y la propagación de la llama cuando los paneles aislantes están expuestos al fuego. La velocidad de liberación de calor, la propagación de la llama y otros parámetros de reacción al fuego, tales como el desarrollo de humo, se evalúan de acuerdo con la norma EN13823 (tal como la norma europea EN13823:2010). Los conjuntos estandarizados ejemplares relacionados con la norma EN13823 se describen en la norma EN15715 (incluye instrucciones para el montaje y la fijación), y las normas del producto tales como EN13165 y prEN16491. Estas normas pueden especificar métodos

para evaluar la reacción al fuego de paneles tal como se comercializan y en conjuntos estandarizados que simulan aplicaciones de uso final.

5 La idoneidad de un material para actuar como material de barrera anti incendios puede evaluarse en un laboratorio colocando una muestra del material sobre una película externa deseada en un horno de mufla calentado con una curva de temperatura comparable a una prueba de resistencia al fuego, y verificando después la ausencia de grietas y huecos y comprobando propiedades mecánicas residuales. En dichas condiciones, el material de barrera anti incendios puede formar una capa de residuos carbonoso fuerte y coherente que protege y puede ayudar a reducir la posibilidad de agrietamiento del núcleo de espuma subyacente. La idoneidad del material también puede evaluarse
10 colocando una muestra de panel, cortada a las dimensiones, para cerrar la abertura de un horno de mufla calentado con una curva de temperatura comparable a una prueba de resistencia al fuego y midiendo un aumento de temperatura con un termopar colocado, p. ej., en la interfaz entre el material de barrera anti incendios y el núcleo de espuma, colocado en el núcleo de espuma a cierta distancia de la capa de material de revestimiento, o colocado en la superficie no expuesta de la muestra.

15 La capa de barrera anti incendios puede impartir adicionalmente una mayor resistencia mecánica al panel de aislamiento, p. ej., la capa de barrera anti incendios puede ayudar a fijar el panel de aislamiento con sujetadores a sustratos o perfiles de soporte y/o puede proporcionar resistencia a la abolladura para facilitar el manejo. La capa de barrera anti incendios que tiene grafito expandible dispersado en la matriz polimérica de PU o PI puede impartir una resistencia mecánica mejorada gracias a la superior dureza de la matriz polimérica y la densidad relativamente más alta de la capa cuando se compara con la espuma de aislamiento subyacente

20 Capas de barrera anti incendios adicionales

Pueden estar presentes una o más capas de barrera anti incendios adicionales. Puede disponerse una capa de barrera anti incendios adicional entre el revestimiento que no es a base de metal y la capa de espuma en cualquiera o ambos lados de una primera capa de barrera anti incendios que incluye grafito expandible (como se discutió anteriormente) y/o puede estar entre otro revestimiento y la capa de espuma. Donde estén presentes una o más capas de barrera
25 anti incendios adicionales entre el revestimiento y la capa de espuma, las capas pueden formarse en cualquier orden sobre el revestimiento. Si la capa de barrera anti incendios adicional no tiene propiedades adhesivas, puede ser deseable colocarla entre la primera capa de barrera anti incendios y la capa de espuma. Además, donde una capa de barrera anti incendios no tiene buenas propiedades adhesivas, puede usarse un adhesivo independiente. Por ejemplo, puede usarse una capa fina de polímero a base de poliisocianato no expandido o ligeramente expandido formado a partir de un isocianato y un polioliol para promover la adhesión.

30 Las capas de barrera anti incendios (incluyendo la capa de barrera anti incendios que tiene grafito expandible y opcionalmente las una o más capas de barrera anti incendios adicionales) pueden proporcionar algunas o todas las propiedades de barrera térmica, propiedades de barrera de integridad estructural y propiedades endotérmicas de un panel. Cuando estas propiedades son proporcionadas por la misma capa, pueden ser proporcionadas por diferentes
35 materiales o por el mismo material dentro de esa capa. La idoneidad de un material para actuar como material de barrera de integridad estructural puede evaluarse, p. ej., colocando una muestra de dicho material aplicada sobre una película externa (p. ej., película externa de metal) en una mufla calentada con una curva de temperatura comparable a una prueba de resistencia al fuego, verificando la ausencia de grietas y huecos, y comprobando las propiedades mecánicas residuales. El material de barrera de integridad estructural puede formar una capa de residuo carbonoso fuerte, coherente, que reducirá la tendencia del núcleo de espuma subyacente a agrietarse.

40 Los materiales endotérmicos son aquellos que están adaptados para absorber el calor a través de un evento endotérmico (p. ej., evaporación del agua). Por ejemplo, la capa de barrera anti incendios adicional puede incluir alguna forma de agua incrustada que se libera y evapora en condiciones de incendio. Se discuten materiales ejemplares, p. ej., en la publicación Internacional No. WO 2013/098859 (es decir, PCT/IT2011/000418).

45 Una capa de barrera anti incendios adicional ejemplar es una capa que incluye lana mineral, que puede proporcionar propiedades de barrera térmica. Por ejemplo, puede incluirse en el panel una capa de lana mineral de 30 a 50 mm de grosor. Están disponibles en el mercado mantas y/o placas de lana mineral ejemplares (p. ej., ROCKWOOL™ de Rockwool Italia S.p.A). La capa de lana mineral puede colocarse entre la capa de barrera anti incendios, que incluye grafito expandible, y la capa del núcleo de espuma.

50 Se discuten otros materiales de barrera anti incendios adicionales ejemplares, p. ej., en la Publicación Internacional No. WO 2013/053566 (es decir, PCT/EP2012/068069). Estos materiales de barrera anti incendios ejemplares incluyen una mezcla ceramificante de compuestos inorgánicos en una matriz polimérica, un recubrimiento de poliuretano/poliurea adhesivo modificado inorgánico, fibras de vidrio en una matriz polimérica, sílice porosa en una matriz polimérica, y microesferas de vidrio huecas en una matriz polimérica.

55 Una mezcla ceramificante de compuestos inorgánicos en una matriz polimérica se refiere a una dispersión de una mezcla ceramificante de compuestos inorgánicos en una matriz polimérica que puede usarse como material de barrera de integridad estructural en una capa de barrera anti incendios adicional. La composición ceramificante puede estar presente en una cantidad del 30 % en peso al 70 % en peso, basándose en el peso total de una sola capa de barrera

anti incendios. El término composición ceramificante incluye composiciones que se descomponen y experimentan reacción química en condiciones de incendio para formar un producto cerámico poroso, autoportante. Las mezclas ejemplares incluyen minerales de silicato y fosfatos inorgánicos. Puede estar presente una carga inorgánica adicional y/o material expandible por calor. La mezcla ceramificante puede incluir, p. ej., algunos o todos de trihidróxido de aluminio, talco y polifosfato de amonio. Mezclas ejemplares incluyen trihidróxido de aluminio (ATH)/talco/polifosfato de amonio (APP) y talco/APP/borato de zinc/grafito expandible.

La matriz polimérica, en la que se dispersa la mezcla ceramificante de compuestos inorgánicos, puede ser un polímero de poliisocianurato modificado con poliuretano. Dichos polímeros pueden formarse a partir de un poliol (p. ej., un poliol de poliéster) y un isocianato (p. ej., un poliisocianato orgánico tal como un diisocianato de metilendifenilo polimérico que tiene una funcionalidad de aproximadamente 2,7). Puede usarse un catalizador. Un índice apropiado es 180 o más. Polioles ejemplares incluyen polioles VORAMER™ (disponibles de The Dow Chemical Company). Según otra realización ejemplar, la matriz polimérica puede ser un polímero de poliuretano (PU). Dichos polímeros pueden formarse a partir de un poliol (p. ej., un poliol de poliéster) y un isocianato (p. ej., un poliisocianato orgánico que tiene una funcionalidad de aproximadamente 2,7). Puede usarse un catalizador. Un índice apropiado es de 80 a 180. Polioles ejemplares incluyen polioles VORANOL™ (disponibles de The Dow Chemical Company).

Poliuretano/poliurea adhesivo se refiere a un recubrimiento adhesivo de poliuretano/poliurea formado por la reacción de una solución acuosa de silicato de sodio (nombre común vidrio soluble) con un prepolímero hidrófilo que puede usarse como material de barrera de integridad estructural en una capa de barrera anti incendios adicional. La Publicación Internacional No. WO 2006/010697 (Huntsman) se refiere a dichos revestimientos de PU/poliurea a base de vidrio soluble. Pueden dispersarse otros materiales de barrera anti incendios en el recubrimiento. Un prepolímero de poliuretano hidrófilo ejemplar es un isocianato de clase HYPOL™ de Dow. Dicho recubrimiento puede actuar como un material endotérmico, dado que puede permanecer algo de agua atrapada en el polímero y/o las redes inorgánicas del recubrimiento, ya que la viscosidad aumenta rápidamente durante la reacción de formación del polímero. Por lo tanto, cuando el revestimiento se calienta, la temperatura en una cara no expuesta del polímero puede permanecer a aproximadamente 100 °C durante algún tiempo mientras se evapora el agua.

Fibras de vidrio se refieren a fibras que pueden usarse como un material de barrera de integridad estructural en una capa de barrera anti incendios adicional. Por ejemplo, pueden usarse fibras de vidrio cortadas de 5 mm a 75 mm de longitud. Alternativas a las fibras de vidrio incluyen, p. ej., fibras de roca, fibras de basalto y fibras de carbono. Las fibras pueden dispersarse en una matriz polimérica, p. ej., una matriz polimérica del tipo discutido anteriormente con respecto a la mezcla ceramificante de compuestos inorgánicos incrustada en la matriz polimérica.

Sílice porosa se refiere a un material que puede usarse como material de barrera térmica en una capa de barrera anti incendios adicional. La sílice porosa puede estar presente en una cantidad del 1 % en peso al 10 % en peso, basándose en el peso total de la capa de barrera anti incendios individual. Una forma ejemplar de sílice porosa es la sílice nanoporosa y particularmente el aerogel de sílice. Puede usarse sílice porosa dispersa en una matriz polimérica. La matriz polimérica puede preformarse o puede formarse *in situ*. Están disponibles en el mercado dispersiones preformadas ejemplares de sílice nanoporosa en matriz polimérica como "mantas de aerogel" (p. ej., Cabot Thermal Wrap™). Estas pueden incluir gránulos de aerogel de sílice dispersados en fibras poliméricas no tejidas, p. ej., de polietileno y/o poliéster. Pueden formarse *in situ* dispersiones de sílice nanoporosa en una matriz polimérica usando polvo de aerogel de sílice disponible en el mercado. Un polvo nanoporoso de aerogel de sílice ejemplar disponible en el mercado es Cabot Nanogel™.

Según realizaciones ejemplares, puede usarse sílice porosa dispersa en una matriz polimérica hidrófila, un recubrimiento adhesivo de poliuretano/poliurea con propiedades de barrera de integridad estructural del tipo discutido anteriormente, o un recubrimiento de poliuretano o de poliisocianurato modificado con poliuretano del tipo discutido en "Mezcla ceramificante de compuestos inorgánicos en matriz polimérica" anteriormente.

Microesferas de vidrio huecas se refieren a un material a base de vidrio hueco que puede usarse como material híbrido de barrera de integridad estructural y material de barrera térmica en una capa de barrera anti incendios adicional. Se discuten materiales ejemplares en la Publicación Internacional No. WO 2010/065724. Están disponibles en el mercado materiales ejemplares (p. ej., S35 Glass Bubbles™ de 3M). Las partículas pueden usarse en una matriz polimérica, p. ej., usando uno de los materiales poliméricos discutidos anteriormente. Las microesferas de vidrio huecas pueden tener un diámetro medio en el intervalo de 10 pm a 120 pm. Las microesferas de vidrio huecas pueden estar presentes en una cantidad del 5 % en peso al 50 % en peso, basándose en el peso total de una sola capa de barrera anti incendios. Por ejemplo, una matriz polimérica que forma la capa de barrera anti incendios que incluye microesferas de vidrio huecas se llena con el 20 % en peso de microesferas S35.

Cuando la capa de barrera anti incendios adicional no tiene buenas propiedades adhesivas, se puede usar un adhesivo independiente. Por ejemplo, si la capa de barrera anti incendios adicional no tiene propiedades adhesivas, puede ser deseable colocarla entre el núcleo de espuma y la primera capa de barrera anti incendios que incluye grafito expandible.

Revestimientos

Como se explicó anteriormente, el panel incluye un revestimiento que no es a base de acero. Un primer revestimiento que no es a base de acero puede estar dispuesto cerca de la primera capa de barrera anti incendios (que incluye grafito expandible) de modo que la primera capa de barrera anti incendios esté entre el primer revestimiento que no es a base de acero y la capa de espuma. Por material combustible se entiende que el material se consumiría sustancialmente en su totalidad durante un incendio (por ejemplo, de modo que el material se inflame y se queme fácilmente cuando se exponga a una llama). Por material a base de vellón de vidrio se entiende que el revestimiento incluye una capa que incluye vellón de vidrio tal como un sustrato de vellón de vidrio. Por lámina metálica fina de baja temperatura de fusión se entiende que la lámina metálica tiene una temperatura de fusión por debajo de al menos 800 °C y un grosor de 0,05-0,1mm. Por ejemplo, la temperatura de fusión del metal fino de baja temperatura de fusión está por debajo de al menos 750 °C, por debajo de al menos 700 °C y/o por debajo de al menos 660 °C. La temperatura de fusión puede ser de 100 °C a 750 °C, de 100 °C a 660 °C, de 300 °C a 660 °C, de 300 °C a 650 °C, de 300 °C a 640 °C, etc. Los revestimientos que no es a base de acero para el panel de aislamiento se pueden seleccionar de revestimientos ejemplares que no es a base de acero que incluyen aluminio (tal como lámina de aluminio), una lámina multicapa compuesta, películas externas tensionadas de lámina metálica no de acero, material a base de vidrio que incluye vellón de vidrio, material a base de membrana polimérica y material a base de madera.

Un segundo revestimiento (p. ej., un revestimiento de metal o un segundo revestimiento que no es a base de acero) puede estar incluido en el panel en la cara opuesta del primer revestimiento que no es a base de acero. Los primer y segundo revestimientos pueden ser iguales o diferentes. Por ejemplo, el material de los primer y segundo revestimientos puede seleccionarse independientemente de aluminio (tal como lámina de aluminio), un material multicapa compuesto, películas externas tensionadas de lámina metálica no de acero, material a base de vidrio que incluye vellón de vidrio, material a base de membrana polimérica, y material a base de madera. Cada revestimiento (tal como los revestimientos a base de metal y los revestimientos a base de vellón de vidrio) puede tener independientemente un grosor de 0,01 mm a 1 mm (por ejemplo, de 0,05 a 0,6 mm, 0,05 a 0,1 mm, 0,06 a 0,095 mm, 0,07 a 0,09 mm, etc.) con la condición de que, cuando el primer revestimiento que no es a base de acero es una lámina metálica fina de baja temperatura de fusión, tenga un grosor de 0,05-0,1mm. Según una realización ejemplar, el primer revestimiento puede estar hecho del mismo material y tener el mismo grosor que el segundo revestimiento.

Láminas de aluminio ejemplares para el segundo revestimiento pueden tener un grosor de 25 a 200 micrones (por ejemplo, 40, 60, 80, 200 micrones - 60 u 80 micrones también son adecuados para el primer revestimiento). Las láminas de aluminio pueden estar estampadas o texturadas y/o pueden estar lacadas. Las láminas compuestas ejemplares pueden incluir laminados de capas múltiples de polímeros, papeles y/o aluminio. Por ejemplo, los revestimientos compuestos pueden ser laminados de aluminio/papel, laminados de aluminio/papel/aluminio y/o aluminio/papel/PET metalizado (tales como los disponibles en el mercado del Grupo Walki). Los revestimientos de vellón de vidrio o tejido de vidrio ejemplares pueden tener un recubrimiento mineral o un recubrimiento bituminoso.

Capa de espuma (núcleo de espuma)

El panel incluye una capa de espuma aislante (también denominada núcleo de espuma). El núcleo de espuma puede ser rígido. El núcleo de espuma puede tener un grosor de 20 mm a 300 mm. El núcleo de espuma puede incluir espuma de poliisocianurato (PIR) y/o espuma de poliuretano (PUR). Por ejemplo, el núcleo de espuma se puede formar a partir de un polioliol (p. ej., combinado con un agente de expansión y un catalizador) y un isocianato (p. ej., un poliisocianato orgánico tal como un diisocianato de metilendifenilo u otro isocianato discutido en la sección titulada "Capa de barrera anti incendios" anteriormente). La densidad del núcleo de espuma puede ser de 10 g/l a 100 g/l (por ejemplo, de 20 g/l a 80 g/l, 25 g/l a 60 g/l, 30 g/l a 50 g/l, 35 g/l a 48 g/l, etc.).

El índice de isocianato para formar el núcleo de espuma puede ser 180 o más. Por ejemplo, el índice de isocianato puede ser menos de 500. Por ejemplo, el índice de isocianato puede ser de 200 a 500, de 250 a 450, de 260 a 400, etc. El índice de isocianato para formar la capa de espuma puede ser menor que el índice de isocianato para formar la capa de barrera anti incendios que incluye grafito expandible. Según una realización ejemplar, el índice de isocianato para formar la capa de barrera anti incendios que incluye grafito expandible puede ser de 4 a 6 veces mayor que el índice de isocianato para formar la capa de espuma. Materiales ejemplares para formar la capa de espuma incluyen polioles VORATHERM™, catalizadores VORATHERM™ e isocianatos VORANATE™ (todos disponibles de The Dow Chemical Company). Un agente de expansión ejemplar es n-pentano.

El núcleo de espuma puede incluir opcionalmente componentes adicionales, p. ej., para refuerzo y/o para mejorar las propiedades de reacción al fuego. Por ejemplo, pueden incrustarse fibras de vidrio en el núcleo de espuma.

Estructura del panel

Se muestra una estructura de panel ejemplar en la FIG. 1, en la que un panel 10 incluye un primer revestimiento A1, una capa B de barrera anti incendios, una capa C de barrera anti incendios adicional, un núcleo D de espuma y un segundo revestimiento A2 dispuestos en ese orden. Por ejemplo, las capas B y C de barrera anti incendios están en contacto con el primer revestimiento A1 y el núcleo D de espuma, respectivamente. En otra disposición ejemplar, puede excluirse la capa C de barrera anti incendios adicional. Son posibles otras estructuras de panel ejemplares, p.

ej., pueden incluirse una o más capas de barrera anti incendios adicionales en cualquier lado del núcleo de espuma como se discutió anteriormente.

Proceso de fabricación

5 Un método ejemplar para formar un panel como se describe en la presente memoria incluye proporcionar un primer revestimiento con una capa de barrera anti incendios en la forma de una mezcla de reacción líquida que comprende una dispersión en una mezcla de reacción a base de isocianato de grafito expandible, y aplicar una capa de espuma aislante en la forma de una mezcla de reacción líquida a la capa de barrera anti incendios. El método puede incluir además aplicar un segundo revestimiento a la capa de espuma aislante. Por ejemplo, los paneles sándwich pueden fabricarse mediante un proceso continuo o un proceso discontinuo (p. ej., un proceso continuo o un proceso discontinuo conocido en la técnica). Un proceso de laminación continuo puede usar una disposición de cinta/banda 10 doble, por ejemplo, en la que se deposita (se vierte o se pulveriza) una mezcla de reacción líquida para formar un polímero espumado sobre una lámina de revestimiento inferior, que puede ser flexible o rígida. Puede ponerse en contacto una lámina de revestimiento superior con la mezcla formadora de espuma antes de que se cure y se vuelva rígida. Como alternativa ("laminador inverso"), la mezcla de reacción puede depositarse sobre la lámina de revestimiento superior. El proceso discontinuo puede usar moldes.

El método de fabricación del panel puede incluir una etapa de formación de la capa de barrera anti incendios haciendo reaccionar un reaccionante de polioliol con un reaccionante que contiene isocianato para formar la matriz polimérica que tiene el grafito expandible dispersado en su interior. Por consiguiente, la composición líquida formadora de capas de barrera anti incendios que contiene grafito expandible disperso puede proporcionarse mezclando un componente de polioliol, un componente de isocianato y el grafito expandible. La composición formadora de capas de barrera anti incendios puede ser una mezcla de reacción líquida a base de isocianato. Los métodos para la introducción del grafito expandible se discuten a continuación.

El componente de polioliol y/o el componente de isocianato también pueden incluir uno o más catalizadores, reticuladores, extensores de cadena, tensioactivos, retardantes de llama, supresores de humo, agentes de secado, cargas y otros aditivos (p. ej., aditivos que se conocen en la técnica). Algunos catalizadores son sólidos o cristales y pueden disolverse opcionalmente en un disolvente apropiado (p. ej., el polioliol, agua, dipropilenglicol u otro vehículo).

Se pueden usar diversos métodos para introducir grafito expandible en la mezcla de reacción. El grafito expandible puede proporcionarse por separado directamente a la mezcla de reacción y/o puede proporcionarse en el componente de isocianato y/o el componente reactivo con isocianato (p. ej., como una dispersión con el componente de polioliol). Por ejemplo, el grafito expandible se puede premezclar con el componente reactivo con isocianato, por ejemplo, en una cantidad del 25 % en peso al 45 % en peso (por ejemplo, 30 % en peso al 40 % en peso, 35 % en peso al 40 % en peso, etc.) basándose en el peso total de la mezcla resultante que incluye el componente de polioliol, el grafito expandible, y puede incluir otros aditivos opcionales, tales como un retardante de llama. Adicionalmente o como alternativa, el grafito expandible se puede mezclar con el componente de isocianato. El grafito expandible puede dispersarse a alta concentración en un vehículo que se introduce en la mezcla de reacción. Por ejemplo, el grafito expandible se puede dispersar a una alta concentración en un vehículo (por ejemplo, en una cantidad de al menos el 50 % en peso, basándose en un peso combinado del grafito expandible y el vehículo), que después se introduce en la mezcla de reacción. El grafito expandible se puede introducir directamente en la mezcla de reacción como un sólido que después se dispersa en la mezcla de reacción líquida.

40 Métodos ejemplares para introducir el grafito expandible incluyen los siguientes:

(1) Puede suministrarse una premezcla de grafito expandible con el polioliol y/o un componente de isocianato usando una bomba de engranaje de baja presión al cabezal de mezcla, donde se mezcla con el componente parental por medio de un agitador dinámico. (2) Puede dosificarse una dispersión de grafito expandible (suspensión de grafito expandible) en un vehículo (p. ej., de polioliol o un retardante de llama) por medio de una bomba de engranaje de baja presión como una corriente axial en un cabezal de mezcla de alta presión. Según esta realización, la suspensión de grafito expandible puede entrar en el cabezal de mezcla a través de una boquilla ortogonal a las dos corrientes de choque a alta presión del componente de polioliol y el componente de isocianato. Un aparato ejemplar es Cannon SoliStream™. (3) El grafito expandible puede introducirse directamente en el cabezal de mezcla, p. ej., usando un aparato Desma™ (Desma™ Tec es un cabezal de mezcla que permite mezclar el componente de polioliol líquido, el componente de isocianato líquido y el grafito expandible sólido por medio de una unidad de tomillo de granulado). (4) Se puede añadir grafito expandible externamente después de que la mezcla de reacción haya salido del cabezal de mezcla.

La composición formadora de capas de barrera anti incendios puede aplicarse sobre (p. ej., directamente sobre) un revestimiento inferior (tal como el primer revestimiento que no es a base de acero). Por ejemplo, la capa de barrera anti incendios se forma sobre la superficie superior de un revestimiento inferior mediante la aplicación de una mezcla de reacción líquida al revestimiento inferior, lo que es, por supuesto, más fácil que la aplicación al lado inferior de un revestimiento superior. Las una o más capas de barrera anti incendios adicionales, si están presentes, pueden aplicarse en un método similar. Adicionalmente o como alternativa, una o más capas de barrera anti incendios adicionales pueden aplicarse en forma sólida. Una capa de barrera anti incendios en forma sólida puede fijarse con

una composición adhesiva. Si se usa un adhesivo, el adhesivo puede aplicarse en forma líquida. Si se ha aplicado una capa de barrera anti incendios anterior en forma líquida, puede que no sea necesaria una composición adhesiva.

5 Puede haber un retraso entre la etapa de aplicación de la composición formadora de capas de barrera anti incendios y la etapa de aplicación de la composición formadora de capas de espuma para permitir la gelificación de la capa de barrera anti incendios. Por ejemplo, este retraso es 10 segundos o más.

10 Un procedimiento de laminación continuo puede incluir lo siguiente: (i) transportar una lámina de revestimiento inferior, (ii) dispensar sobre la lámina de revestimiento inferior una mezcla de reacción líquida para formar la capa de barrera anti incendios, (iii) dejar que se solidifique la mezcla de reacción de la capa de barrera anti incendios al menos parcialmente, (iv) dispensar una mezcla de reacción líquida para formar la capa de núcleo sobre la parte superior de la capa de barrera anti incendios, (v) transportar una lámina de revestimiento superior, (vi) dejar que la mezcla de reacción de la capa central se expanda, se cure y se una al revestimiento y capa de barrera anti incendios (p. ej., bajo presión continua usando un transportador doble). Pueden formarse después paneles independientes mediante corte.

15 Un procedimiento discontinuo que usa moldes puede incluir colocar los revestimientos en un molde (p. ej., un molde calentado) e inyectar la mezcla de reacción para formar la capa de espuma aislante (p. ej., usando una máquina de espumación) para llenar el molde y adherirse a los revestimientos y/o cualquier otra capa. La una o más capas de barrera anti incendios pueden añadirse antes de que los revestimientos se coloquen en el molde o mientras los revestimientos estén en el molde (antes de la inyección de espuma).

20 Puede usarse una disposición para ayudar en la distribución uniforme de las mezclas de reacción líquidas a través de la anchura del panel prospectivo. Por ejemplo, puede usarse una manguera de descarga que tenga un extremo que se desplace a través de una anchura específica (p. ej., por medio de una barra oscilante) o una tubería que se extienda a lo largo de la anchura de la línea y provista de varios orificios de descarga.

Aspectos adicionales

25 La realización se refiere a una combinación única de comportamiento en caso de incendio y aislamiento térmico, y comportamiento de soporte de cargas. Las realizaciones particulares se refieren a aplicaciones de techos aislados, incluso más específicamente cuando se instalan equipos técnicos (por ejemplo, elementos solares), ya que estos techos están expuestos a caminatas intensas durante los trabajos de instalación y mantenimiento. Además, los paneles de las realizaciones son fáciles de fabricar. Como se mencionó anteriormente, la aplicación de la capa de barrera anti incendios al revestimiento inferior permite que los paneles se fabriquen fácilmente usando un proceso continuo. Aunque el objeto se ha descrito con referencia a las realizaciones ilustradas y los ejemplos, el experto en la técnica apreciará que son posibles diversas modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones.

30 Todas las partes y porcentajes son en peso a menos que se indique lo contrario. Todas las descripciones de peso molecular se basan en un peso molecular promedio en número, a menos que se indique lo contrario. Las características descritas en relación con cualquier aspecto de las diversas realizaciones discutidas en la presente memoria pueden usarse en combinación con cualquier otro aspecto de las diversas realizaciones.

35 Ejemplos

Se usan los siguientes materiales:

VORATHERM™ CN 617 Un polioliol formulado (disponible de The Dow Chemical Company).

VORATHERM™ CN 804 Un polioliol formulado (disponible de The Dow Chemical Company).

VORATHERM™ CN 815 Un polioliol formulado (disponible de The Dow Chemical Company).

40 VORANOL™ CP 4702 Un polioliol de poliéster de polioxipropileno-polioxietileno que tiene una funcionalidad nominal de aproximadamente 3 y un peso molecular promedio en número de aproximadamente 4740 g/mol (disponible de The Dow Chemical Company).

45 Polioliol de poliéster Un polioliol de poliéster aromático obtenido mediante la esterificación de aproximadamente el 31,5 % en peso de ácido tereftálico, el 8,5 % en peso de dietilenglicol y el 60 % en peso de polietilenglicol, con un peso molecular promedio en número de 200 g/mol y la molécula de poliéster esterificado que tiene una funcionalidad nominal de 2 y un peso molecular promedio en número de aproximadamente 520 g/mol.

50 Grafito expandible 1 Un grafito expandible, que tiene una distribución de tamaño de partícula de mín. 70 % > 50 malla, una temperatura de expansión inicial de 180-220 °C, una tasa de expansión de mín. 300 cm³/g, un contenido mínimo de carbono del 95 % en peso y un contenido máximo de humedad del 1 % en peso (disponible de LUH como el producto GHL PX95 HE).

Grafito expandible 2 Un grafito expandible, que tiene una distribución de tamaño de partícula de mín. 80% > 50 malla, una temperatura de expansión inicial de aproximadamente 170 °C, una tasa de

expansión de mín. 350 cm³/g, un contenido mínimo de carbono del 98 % en peso y un contenido máximo de humedad del 1 % en peso (disponible de Quimidroga como el producto EXFLAM EG350).

- VORACOR™ CM 639 Un catalizador (disponible de The Dow Chemical Company).
- 5 VORATHERM™ CN 626 Un catalizador (disponible de The Dow Chemical Company).
- DABCO® K2097 Un catalizador que es una solución de acetato de potasio en dietilenglicol (disponible de Air Products & Chemicals).
- Eliminador de humedad Una pasta desecante que incluye el 50 % en peso de una suspensión de zeolita en polvo en aceite de ricino (disponible de The Dow Chemical Company).
- 10 Retardante de llama Un fosfato de trietilo (disponible de Sigma-Aldrich).
- Catalizador A Un catalizador que incluye N-(2-hidroxi-5-nonilfenil)metil-N-metilglicinato de sodio en un glicol (disponible de The Dow Chemical Company).
- Catalizador B Un catalizador comercial disponible con el nombre de DABCO® TMR-30 (disponible de Air Products).
- 15 VORANATE™ M 600 Un MDI polimérico, que tiene un contenido promedio de NCO de aproximadamente el 30,5 % en peso (disponible de The Dow Chemical Company).
- VORANATE™ M 229 Un MDI polimérico, que tiene un contenido promedio de NCO de aproximadamente el 31,0 % en peso (disponible de The Dow Chemical Company).

20 Los paneles de muestra para los ejemplos de trabajo 1 a 4 y los ejemplos comparativos A se preparan usando al menos un revestimiento de aluminio y una capa de núcleo de espuma preparada usando una composición según una de las formulaciones de muestras A1, A2 o A3 mostradas en la tabla 1, a continuación. Los ejemplos de trabajo 1 a 4 incluyen además una capa de barrera anti incendios preparada usando una composición según una de las formulaciones de muestras B1, B2 o B3 mostradas en la tabla 2 a continuación.

25 En particular, para formar una mezcla de reacción para formar la capa del núcleo de espuma, se forma un componente reactivo con isocianato mezclando el polioliol (uno de VORATHERM™ CN 617, VORATHERM™ CN 804 y VORATHERM™ CN 815), el catalizador (uno de VORACOR™ CM 639 y VORATHERM™ CN 626) y n-pentano.

Tabla 1

	Muestra A1	Muestra A2	Muestra A3
Composición A que forma el núcleo de espuma (partes en peso)			
VORATHERM™ CN 617	100	--	--
VORATHERM™ CN 804	--	100	--
VORATHERM™ CN 815	--	--	100
VORACOR™ CM 639	4,5	--	--
VORATHERM™ CN 626	--	3,8	3,6
n-pentano	13	12,5	12,6
VORANATE™ M 600	241	171	195
Propiedades de la Composición A del núcleo de espuma			
Índice de isocianato	375	294	270

30 Un proceso para formar la capa de núcleo de espuma de cada una de las muestras del panel incluye proporcionar la premezcla de componentes reactivos con isocianato (es decir, todos los componentes excepto VORANATE™ M 600) para cada una de A1, A2 y A3, según las formulaciones mostradas la tabla 1, anteriormente. Después, la premezcla y VORANATE™ M 600 se suministran al cabezal de mezcla de una máquina dispensadora de mezcla (por ejemplo, una máquina de poliuretano a alta presión), donde la premezcla y el isocianato se mezclan por medio de impacto a alta presión para formar capas de espuma. La conductividad térmica de la capa de núcleo de espuma resultante a

ES 2 715 657 T3

10 °C W/(m*K) de A1 es 0,0241 y de A2 es 0,0231.

Para formar una mezcla de reacción para formar la capa de barrera anti incendios, se forma un componente reactivo con isocianato mezclando el polioli (VORANOL™ CP 4702 o polioli de poliéster), el grafito expandible y los otros aditivos que se muestran a continuación en la tabla 2 (excepto el isocianato VORANATE™ M 229 que forma el componente de isocianato añadido por separado).

5

Tabla 2

	Muestra B1	Muestra B2	Muestra B3
Composición B que forma la capa de barrera anti incendios (partes en peso)			
VORANOL™ CP 4702	82	82	--
Polioli de poliéster	--	--	81
Grafito expandible 1	62	--	--
Grafito expandible 2	--	62	49
DABCO® K2097	1,64	1,64	--
Eliminador de humedad	9	9	5,5
Retardante de llama	9	9	13,5
Catalizador A	--	--	2,2
Catalizador B	--	--	0,6
VORANATE™ M 229	147	147	92
Propiedades de la composición B de capa de barrera anti incendios			
Índice de isocianato	1300	1300	200
Cantidad de grafito expandible en la composición B (% en peso)	20	20	20

Un proceso para formar la capa de barrera anti incendios de cada una de las muestras del panel incluye proporcionar la premezcla de componentes reactivos con isocianato (es decir, todos los componentes excepto VORANATE™ M 229) para cada una de las muestras B1, B2 y B3, según las formulaciones mostradas la tabla 2, anteriormente. Después, la premezcla y VORANATE™ M 229 se suministran al cabezal de mezcla de una máquina dispensadora de mezcla, tal como una máquina SAIP de baja presión equipada con un mezclador mecánico giratorio.

10

Las capas del núcleo de espuma de la tabla 1 y/o las capas de barrera anti incendios de la tabla 2, anteriormente, se usan para formar los ejemplos de trabajo 1-4 y los ejemplos comparativos A y B, según la tabla 3, a continuación. En particular, para los ejemplos de trabajo 1-4, una capa de barrera anti incendios según las muestras B1, B2 o B3 se forma sobre un revestimiento de aluminio estampado de 0,08 mm. El núcleo de espuma, según las muestras A1, A2 o A3, se forma después en la capa de barrera anti incendios. Para los ejemplos comparativos A y B, los núcleos de espuma según la muestra A2 y la muestra A1, respectivamente, se proporcionan sobre un revestimiento de aluminio estampado de 0,08 mm.

15

20

ES 2 715 657 T3

Tabla 3

	Ejemplo de trabajo 1	Ejemplo de trabajo 2	Ejemplo de trabajo 3	Ejemplo de Trabajo 4	Ejemplo comparativo A	Ejemplo comparativo B
Composición de núcleo de espuma	A1	A2	A3	A3	A2	A1
Composición de capa de barrera anti incendios	B1	B1	B2	B3	--	--
Grosor global del panel (mm)	35	100	100	100	100	35
Anchura del panel (mm)	1200	1000	1200	1200	1000	1200
Tipo de revestimiento inferior	Aluminio estampado (0,08 mm)	Aluminio estampado (0,08 mm)	Aluminio estampado (0,08 mm)	Aluminio estampado (0,08 mm)	Aluminio estampado (0,08 mm)	Aluminio estampado (0,08 mm)
Tipo de revestimiento superior	Acero lacado (0,5 mm)	Aluminio estampado (0,08 mm)	Aluminio estampado (0,08 mm)	Aluminio estampado (0,08 mm)	Aluminio estampado (0,08 mm)	Acero lacado (0,5 mm)
Grosor de la capa de barrera anti incendios (mm)	9	15	8	6	--	--
Masa de la capa de barrera anti incendios por superficie (g/m ²)	1771	3954	5432	4490	--	--
Densidad de la capa de barrera anti incendios (g/l)	180	253	625	710	--	--
Cantidad de grafito expandible por unidad de superficie (g/m ²)	350	787	1086	898	--	--
Densidad del núcleo de espuma (g/l)	45	40	38	38	37	44
Tiempo de gelificación de la composición de núcleo de espuma (segundos)	28	30	40	40	30	28
Resistencia a la compresión del panel (kPa)	208	228	107	110	154	N/D
Resistencia a la tracción de la unión (revestimiento inferior/capa de barrera anti incendios) (kPa)	516	155	563	N/D	--	N/D
Resistencia a la tracción de la unión (barrera anti incendios/núcleo de espuma de PIR) (kPa)	194	177	99	N/D	--	N/D
Valor U a 10 °C (W/(m ² *K))	0,76	0,26	N/D	N/D	0,23	N/D

* N/D significa no determinado

Para preparar los ejemplos de trabajo 1-4 y los ejemplos comparativos A y B, se puede usar una línea continua SAIP™ con un transportador doble de 18 metros. El proceso para formar los ejemplos de trabajo 1-4 incluye las siguientes etapas: (i) alimentar un revestimiento inferior como se especifica en la tabla 3, (ii) dispensar composición B1, B2 o B3 formadora de la capa de barrera anti incendios desde una máquina dispensadora de mezcla y dejar tiempo para que la composición se cure al menos parcialmente, (iii) dispensar la composición A1, A2 o A3 formadora del núcleo de espuma mediante una máquina dispensadora de mezcla de alta presión (HP) SAIP, (iv) alimentar un revestimiento superior como se especifica en la tabla 3, (v) permitir que el núcleo de espuma se levante y se cure bajo la elevación restringida de un transportador doble calentado. Las composiciones B1, B2 y B3 para formar la capa de barrera anti incendios pueden ajustarse para tener una reactividad tal que se acumule suficiente viscosidad antes de la etapa posterior de verter las composiciones A1, A2 o A3 para formar el núcleo de espuma (es decir, teniendo en cuenta la distancia entre las dos unidades dispensadoras y la velocidad de línea). Esto puede conseguir una separación nítida y clara de las dos capas, que puede no ser posible de alcanzar cuando se permite que la composición líquida se entremezcle. El panel que sale del transportador se corta al tamaño de muestra deseado. Los ejemplos comparativos A y B pueden formarse usando un proceso similar, excepto que se excluye la etapa de dispensar una composición formadora de la capa de barrera anti incendios.

El ejemplo de trabajo 1 se prepara en un proceso continuo con una temperatura del transportador doble de aproximadamente 65 °C, una velocidad de la línea de aproximadamente 8,7 m/minuto, una temperatura del componente de espuma de PIR de 22 °C, una temperatura de precalentamiento del revestimiento superior de 38 °C, y una temperatura de precalentamiento del revestimiento inferior de 38 °C. El ejemplo de trabajo 2 se prepara en un proceso continuo con una temperatura del transportador doble de aproximadamente 60 °C, una velocidad de la línea de aproximadamente 6,0 m/minuto, una temperatura del componente de espuma de PIR de 22 °C, una temperatura de precalentamiento del revestimiento superior de 22 °C, y una temperatura de precalentamiento del revestimiento inferior de 22 °C. El ejemplo de trabajo 3 se prepara en un proceso continuo con una temperatura del transportador doble de aproximadamente 65 °C, una velocidad de la línea de aproximadamente 4,5 m/minuto, una temperatura del componente de espuma de PIR de 22 °C, una temperatura de precalentamiento del revestimiento superior de 37 °C, y una temperatura de precalentamiento del revestimiento inferior de 30 °C. El ejemplo de trabajo 4 se prepara en un proceso continuo con una temperatura del transportador doble de aproximadamente 65 °C, una velocidad de la línea de aproximadamente 4,5 m/minuto, una temperatura del componente de espuma de PIR de 37 °C, una temperatura de precalentamiento del revestimiento superior de 38 °C, y una temperatura de precalentamiento del revestimiento inferior de 40 °C. El ejemplo comparativo A se prepara en un proceso continuo con una temperatura del transportador doble de aproximadamente 60 °C, una velocidad de la línea de aproximadamente 6,0 m/minuto, una temperatura del componente de espuma de PIR de 22 °C, una temperatura de precalentamiento del revestimiento superior de 22 °C, y una temperatura de precalentamiento del revestimiento inferior de 22 °C. El ejemplo comparativo B se prepara en un proceso continuo con una temperatura del transportador doble de aproximadamente 65 °C, una velocidad de la línea de aproximadamente 8,7 m/minuto, una temperatura del componente de espuma de PIR de 22 °C, una temperatura de precalentamiento del revestimiento superior de 38 °C, y una temperatura de precalentamiento del revestimiento inferior de 38 °C.

Para cada uno de los ejemplos de trabajo 1-4 y los ejemplos comparativos A y B, la dispensación de la composición formadora del núcleo de espuma se lleva a cabo conectando un cabezal de mezcla de HP con dos tubos de plástico fijos ("pokers") con orificios centrados a una distancia de 43 mm. Los dos pokers se colocan uno al lado del otro a lo ancho de la línea. Se cree que estas disposiciones de colocación proporcionan una buena homogeneidad de distribución.

Con respecto a los ejemplos de trabajo 1-4, para conseguir una distribución uniforme de la composición formadora de la capa de barrera anti incendios, el cabezal de mezcla LP puede conectarse a un dispositivo de descarga. Para el ejemplo de trabajo 1, el dispositivo de descarga consiste en una manguera que tiene un extremo que se desplaza a través del ancho del transportador por medio de una barra oscilante. Una barra de calibración, ajustada a un espacio predeterminado, se usa para ayudar a formar una película de un grosor sustancialmente constante. Para el ejemplo de trabajo 2, la manguera está conectada a un dispositivo (tal como un chorro de flujo) adecuado para proporcionar una dispensación en forma de abanico de la mezcla de reacción. La velocidad de desplazamiento de la barra oscilante a través del ancho del transportador se ajustó para obtener un patrón de superposición adecuado. Para los ejemplos de trabajo 3 y 4, se usa un dispositivo de descarga estática, fabricado conectando la manguera con dos tubos de plástico fijos ("pokers") que tienen orificios centrados a una distancia de 43 mm, dichos pokers se colocan uno al lado del otro a lo ancho de la línea.

La conductividad térmica global a 10 °C del ejemplo de trabajo 1 se mide como 0,0268 W/(m*K), después de retirar los revestimientos (despegando la lámina de aluminio y cortando la espuma lo más cerca posible del revestimiento de acero). La muestra puesta a prueba tiene un grosor total de 31 mm que consiste aproximadamente en 7 mm de barrera anti incendios y 24 mm de núcleo de espuma. La conductividad térmica global a 10 °C del ejemplo de trabajo 2 se calcula como 0,0260 W/(m*K), basándose en las mediciones de dos losas cortadas, obtenidas después de retirar los revestimientos y cortar el panel en la mitad del grosor. Los paneles se caracterizan por una clasificación de reacción al fuego mejorada.

Resultados experimentales de reacción al fuego

Con referencia a la tabla 4, a continuación, el ejemplo de trabajo 2 y el ejemplo comparativo A se comparan con respecto a la reacción al fuego según la Norma Europea EN 13823:2010.

Tabla 4

	Ejemplo de trabajo 2	Ejemplo comparativo A
Velocidad promedio* de propagación del fuego Índice (0,2 MJ/0,4 MJ - W/s)	42,4/42,4	360/360
Liberación de calor total promedio* (MJ)	4,9	6,5
Propagación lateral de la llama - ¿llegó al borde?	No	No
Índice promedio* de velocidad de propagación de humo (m ² /s ²)	4,3	102,9
Humo total promedio* Producción (m ²)	47,8	88,8
Gotas o partículas incandescentes	No	No
* El promedio se determina basándose en los resultados de dos muestras para cada uno del ejemplo de trabajo 2 y el ejemplo comparativo 2.		

5

El método de la norma EN 13823 consiste en una prueba de propagación de incendios a escala intermedia en la que las muestras de productos se montan en una configuración de esquina vertical (compuesta de dos alas, una de 1,5 x 1 metro, la otra de 1,5 x 0,5 m) y se someten a un quemador de 30 kW de rendimiento. El índice de velocidad de propagación del fuego (FIGRA), la liberación de calor total (THR) y la propagación lateral de la llama (LFS) se miden para determinar la clasificación del incendio principal. Las clasificaciones adicionales para el humo y las marcas de combustión se determinan mediante la medición del índice de velocidad de propagación del humo (SMOGRA), la producción total de humo (TSP) y la aparición de gotas o partículas ardientes.

10

Los productos de construcción, excluyendo el suelo, se clasifican con Euroclass de A a F. En particular, las clasificaciones de Euroclass B, C y D se determinan principalmente basándose en los parámetros de liberación de calor en la EN 13823. Se obtienen clasificaciones adicionales para el desarrollo de humo (s1, s2, s3) y goteo (d0, d1, d2). El montaje de la muestra se realizó de acuerdo con la norma europea EN15715:2007 con la presencia de juntas verticales y horizontales estándar cubiertas con cinta de aluminio.

15

Con referencia a la tabla 4, anteriormente, los valores promedio de las 2 muestras de cada uno del ejemplo de trabajo 2 y el ejemplo comparativo A se ponen a prueba de acuerdo con la norma europea EN 13823:2010. Con respecto al ejemplo de trabajo 2, las muestras están orientadas exponiendo al fuego el revestimiento de aluminio adyacente a la barrera anti incendios. La comparación muestra que, de promedio, los paneles del ejemplo de trabajo 2 muestran valores más bajos (mejores) para FIGRA, THR, SMOGRA y TSP. Particularmente notables son los valores muy bajos de FIGRA y SMOGRA.

20

La clasificación global para los paneles de muestra del ejemplo de trabajo 2 (valores promedio de las 2 muestras) es Euroclass Bs1d0, que resulta de cumplir los siguientes requisitos: para B: THR menor o igual a 7,5 MJ, umbral de FIGRA 0,2 MJ menor o igual a 120 W/s, y LFS que no alcanza el borde lateral;

25

para s1: TSP menor o igual a 50 m² y SMOGRA menor de 30 m²/s²; y

para d0: ausencia de gotas incandescentes.

En comparación, los paneles de muestra del ejemplo comparativo A (similar al ejemplo de trabajo 2 con la excepción de la ausencia de la barrera anti incendios), en cambio obtienen la clasificación inferior de Euroclass Ds2d0 (por lo tanto, el ejemplo comparativo A no cumple con los requisitos de la clasificación superior de Euroclass Bs1d0), que resulta de cumplir los siguientes requisitos:

30

para D: umbral de FIGRA de 0,4 MJ menor o igual a 750 W/s y LFS que no alcanza el borde;

para s2: TSP menor o igual a 200 m² y SMOGRA menor o igual a 180 m²/s²; y

para d0: ausencia de gotas incandescentes.

5 Con referencia a la tabla 5, a continuación, se notifican los resultados de una prueba en mufla de horno. La prueba se llevó a cabo con un panel de muestra del ejemplo de trabajo 1, mientras que la capa de barrera anti incendios se probó tanto en el lado frío como en el lado caliente, y el ejemplo comparativo B. El lado caliente se refiere a la posición de la capa de barrera anti incendios adyacente a la cara del panel más próxima a la fuente de calor. El lado frío se refiere a la posición de la capa de barrera anti incendios adyacente al lado del panel alejado de la fuente de calor. Como se muestra en la FIG. 2, las muestras se colocan anti la abertura de la mufla del horno y la mufla se calienta para intentar acercarse al perfil temporal de temperatura estándar de la EN1363. Los termopares se colocan en la superficie no expuesta de la muestra de panel y se registra el tiempo desde el posicionamiento de la muestra hasta que el aumento de temperatura alcanza los 140 °C.

Tabla 5

	Ejemplo de trabajo 1A	Ejemplo de trabajo 1B	Ejemplo comparativo B
Grosor global del panel (mm)	35	35	35
Tipo de revestimiento orientado hacia la fuente de calor	Lámina de aluminio	Acero	Lámina de aluminio
Número de capas de barrera anti incendios	1	1	0
Ubicación de la capa de barrera anti incendios	caliente	fría	N/A
Tiempo promedio de fallo de la muestra (minutos)	32	27	19
Temperatura en la mufla en el tiempo de fallo (°C)	760	730	660

15 Con referencia a la tabla 5, una capa de barrera anti incendios de grafito expandible en la matriz polimérica funciona eficazmente como una barrera térmica para ambas orientaciones (cuando se coloca en el lado caliente o el lado frío) en comparación con cuando no está presente ninguna capa de barrera anti incendios. Es importante destacar que la capa de barrera anti incendios también es eficaz cuando el revestimiento expuesto hacia la fuente de calor es un revestimiento no de acero, tal como la lámina de aluminio del ejemplo de trabajo 1A.

REIVINDICACIONES

1. Un panel de aislamiento, que comprende:
 - un primer revestimiento que no es a base de acero (A1) que es un material combustible, un material a base de vellón de vidrio, o una lámina metálica fina de baja temperatura de fusión de 0,05 a 0,1 mm de grosor;
 - 5 una capa de espuma aislante (D); y
 - una capa de barrera anti incendios (B)
 - adyacente al primer revestimiento que no es a base de acero y entre el primer revestimiento que no es a base de
 - acero y la capa de espuma aislante, incluyendo la capa de barrera anti incendios una dispersión de grafito
 - 10 expandible en una matriz polimérica de poliisocianato, siendo la cantidad de grafito expandible por unidad de superficie de 200 g/m² a 1250 g/m².
2. El panel según la reivindicación 1, en donde el panel de aislamiento tiene una clasificación de Euroclass Bs1d0.
3. El panel según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde el primer revestimiento que no es a base de acero es una lámina de aluminio, una lámina multicapa compuesta que no es a base de acero, películas externas tensionadas de lámina metálica no de acero, un vellón de vidrio, una membrana polimérica o un material a base de madera.
- 15 4. El panel según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde el primer revestimiento que no es a base de acero es una lámina de aluminio y la capa de barrera anti incendios está adherida directamente a la lámina de aluminio.
5. El panel según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la matriz polimérica de poliisocianato se forma mediante reacción a un índice de isocianato de más de 180 de un reaccionante que contiene isocianato y un reaccionante de polioliol que incluye un polioliol de cadena larga de peso equivalente de más de 200.
- 20 6. El panel según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la capa de barrera anti incendios incluye un retardante de llama.
7. El panel según la reivindicación 6, en donde una cantidad del retardante de llama es del 1 % en peso al 50 % en peso, basándose en un peso total de la matriz polimérica a base de poliisocianato.
8. El panel según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende además un segundo revestimiento (A2) en un lado opuesto de la capa de espuma con respecto al primer revestimiento que no es a base de acero, siendo el
- 25 segundo revestimiento un revestimiento a base de acero o un revestimiento a base de aluminio.
9. Un método de formación de un panel de aislamiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende las etapas de:
 - 30 proporcionar sobre un primer revestimiento que no es a base de acero, una capa de barrera anti incendios en forma de una primera mezcla de reacción líquida que incluye una dispersión de grafito expandible en una mezcla de reacción a base de isocianato; y
 - aplicar, sobre la capa de barrera anti incendios, una capa de espuma aislante en forma de una segunda mezcla de reacción líquida.
10. El método según la reivindicación 9, en donde el primer revestimiento que no es a base de acero es un
- 35 revestimiento inferior, y la primera mezcla de reacción líquida se aplica a una superficie superior del revestimiento inferior.
11. El método según la reivindicación 9 o la reivindicación 10, en donde el método es un proceso continuo.

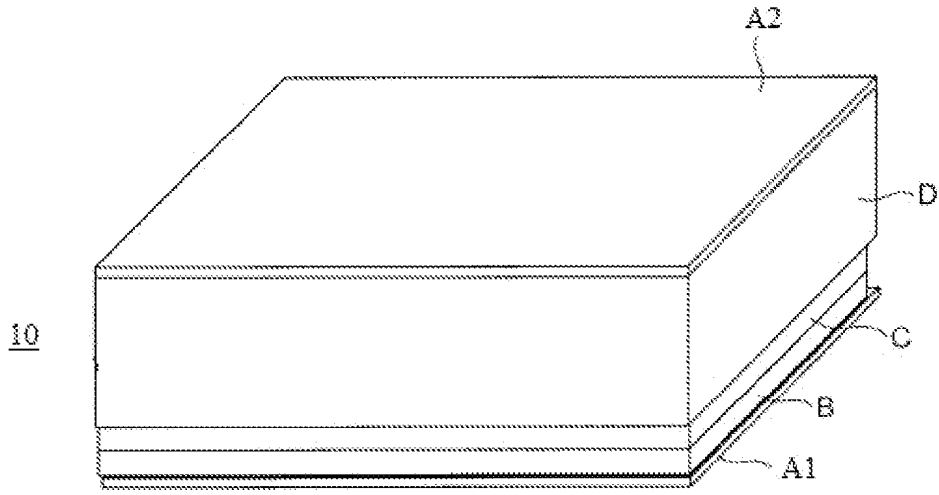
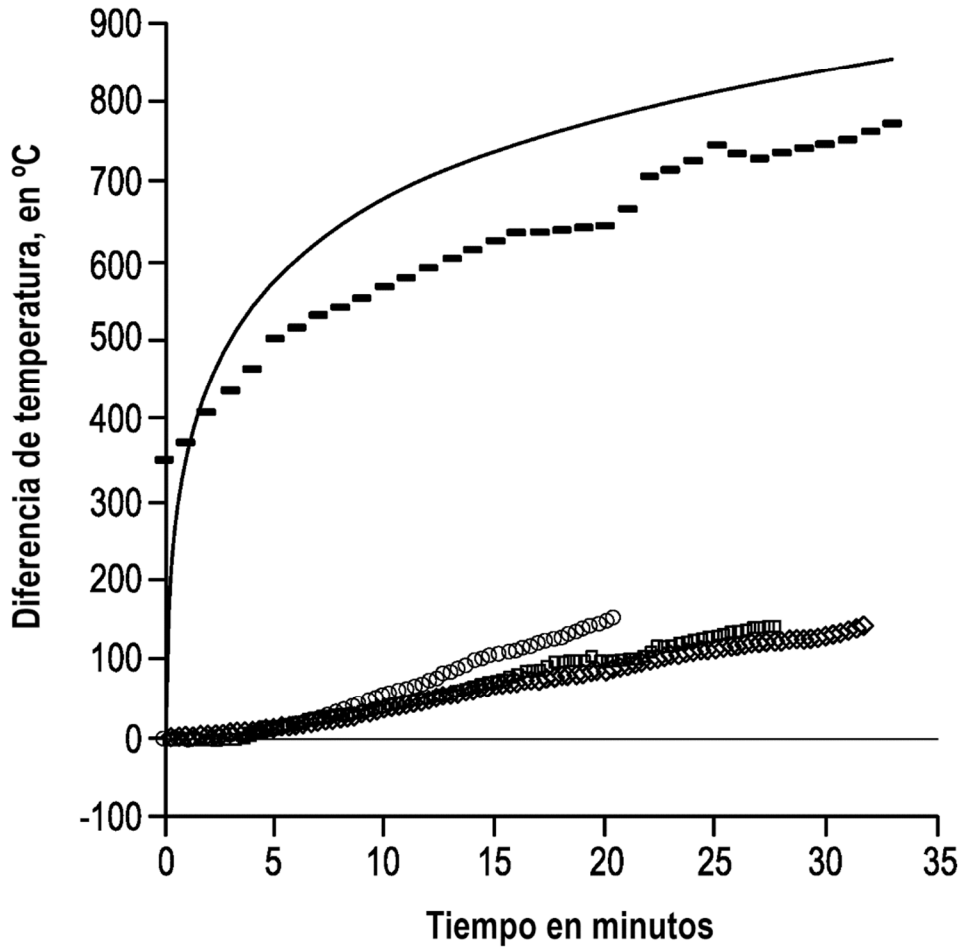


FIG. 1

FIG. 2



- ◇ Ejemplo de trabajo 1, lado caliente
- Ejemplo de trabajo 1, lado frío
- Ejemplo comparativo B
- - - Temp. de mufla
- Temp. oficial