

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 430 350**

51 Int. Cl.:

C08J 3/24 (2006.01)

C08J 9/00 (2006.01)

C08J 9/06 (2006.01)

H01B 7/295 (2006.01)

C08J 9/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.08.2010 E 10173161 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2013 EP 2420532**

54 Título: **Material de aislamiento flexible autoendurecible con excelente resistencia a la temperatura y a las llamas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.11.2013

73 Titular/es:

**ARMACELL ENTERPRISE GMBH & CO. KG
(100.0%)
Robert-Bosch-Strasse 10
48153 Münster, DE**

72 Inventor/es:

**WEIDINGER, JÜRGEN y
ZAUNER, CHRISTOPH**

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 430 350 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

Material de aislamiento flexible autoendurecible con excelente resistencia a la temperatura y a las llamas

5 La presente invención se refiere a un sistema de aislamiento térmico y/o acústico con resistencia a las temperaturas elevadas (>300°C) gracias a un efecto de autoceramicación/autovitrificación/autoendurecimiento que también conduce a una baja o ninguna combustibilidad, al proceso para producir este sistema o material y a la utilización del mismo.

10 Los sistemas de aislamiento de alta temperatura, como aquellos utilizados por ejemplo en aplicaciones industriales tales como tuberías o depósitos de vapor o fluidos que alcanzan 400°C o más, consisten exclusivamente en materiales principalmente inorgánicos, por ejemplo fibras de vidrio o fibras minerales como Isover® o Rockwool®, vidrio espumado como Foamglas®; sílice (por ejemplo en paneles de vacío), geles de sílice como Aerogel®, y fibras y en algunos casos espumas metálicas y cerámicas (por ejemplo Fiberfrax Durablanket®, Cellaris Lite-Cells®).

15 Los materiales de aislamiento orgánicos (es decir espumas) como PIR/PUR (por ejemplo Puren®), plásticos termoendurecibles como la melamina (por ejemplo Basotec®), etc. alcanzarán su límite de rendimiento a temperaturas considerablemente más bajas, ya que la descomposición de todo tipo de polímeros orgánicos se produce en un intervalo entre 100 y 350°C y la mayoría de los materiales orgánicos incluso tendrán un punto de inflamación de 400-450°C, de modo que estos llamados aislamientos orgánicos "rígidos" no son materiales adecuados. Por la misma razón, los materiales de aislamiento orgánicos más flexibles, como las espumas elastoméricas (por ejemplo EPDM, NBR) o las espumas poliolenfínicas (como PE, PP), nunca han sido siquiera tenidos en cuenta para el objetivo arriba indicado, ya que se descompondrían (es decir, se fundirían/ablandarían o se volverían rígidos/quebradizos) en menos tiempo y con más facilidad en comparación con los materiales termoendurecibles o reticulados arriba mencionados, puesto no son suficientemente resistentes a las llamas. Sin embargo, una desventaja básica de todos los materiales de aislamiento inorgánicos es su falta de propiedades en cuanto a la facilidad de montaje y desmontaje; tienen limitaciones cuando se trata de aislar eficazmente arcos, bridas, etc. y, desde luego, difícilmente pueden ser ofrecidos como preaislantes. Además, los materiales fibrosos tienen una alta transmisión de gases y vapor de agua, ya que por naturaleza presentan poros o células abiertas. Esto puede provocar, por ejemplo, condensación sobre las tuberías, que conduce a una corrosión. El vidrio espumado es muy quebradizo en comparación con los materiales fibrosos y, en consecuencia, su instalación es muy complicada y costosa. Por ello, el vidrio espumado no resiste las vibraciones y los ciclos de expansión/contracción que normalmente se producen en las respectivas instalaciones y tuberías por cambios de la temperatura interna y ambiente, etc., lo que limita sus campos de aplicación y su fiabilidad. Las fibras y espumas cerámicas son quebradizas y costosas, y presentan las mismas deficiencias de montaje. Además, las espumas metálicas y algunas cerámicas son excesivamente transmisoras del calor y, en consecuencia, no son recomendables con fines de aislamiento.

20

25

30

35 Así, un objeto principal de la presente invención es proporcionar un sistema o material de aislamiento que no presente las deficiencias arriba mencionadas, sino que muestre buenas propiedades de montaje por su flexibilidad. Otro objeto es lograr una buena resistencia frente a la carga térmica mediante un endurecimiento subsiguiente controlado por autovitrificación o autoceramicación (en general: autorrigidificación). Esto conduce finalmente a un aislamiento de espuma rígida estable que tiene un contenido muy bajo en combustibles.

40 Sorprendentemente se ha comprobado que dicho sistema o material que no tiene las desventajas arriba mencionadas se puede obtener utilizando mezclas poliméricas orgánicas que comprenden composiciones de carga/aditivo especialmente diseñadas para asegurar una autorrigidificación suficiente a las temperaturas de aplicación típicas, que es más rápida que la degradación esperada y/o que obstaculiza y/o compensa dicha degradación.

En las figuras, que forman parte de esta especificación,

Fig. 1a): ejemplos de reticulantes secundarios, donde X es un grupo reactivo funcional;

Fig. 1b): un ejemplo del sistema reticulante secundario donde X, Y y Z son grupos (reactivos) funcionales para la reticulación posterior: X del reticulante, Y del polímero y X del material de carga;

45 Fig. 2: dibujo esquemático del material de aislamiento térmico y/o acústico reivindicado; y

Fig. 3: gráfico de la dureza con el tiempo en el caso del autoendurecimiento controlado en comparación con el endurecimiento no controlado.

50 El material reivindicado comprende al menos una capa (A) que consiste en una mezcla basada en polímeros orgánicos expandida, vulcanizada. La mezcla basada en polímeros comprende al menos un polímero orgánico que se puede seleccionar de entre las clases de materiales termoplásticos, elastómeros termoplásticos, elastómeros, materiales termoendurecibles o cualquier mezcla de los mismos, y puede comprender homopolímeros, copolímeros o terpolímeros o cualquier mezcla de los mismos. Son preferentes los polímeros orgánicos seleccionados entre elastómeros o elastómeros termoplásticos o ciertas resinas debido a la flexibilidad que proporcionan. El material reivindicado comprende polímeros de dicha naturaleza capaces de formar enlaces adicionales y/o de reticularse a temperaturas elevadas, es decir, disponen de heteroátomos en su esqueleto polimérico y/o en grupos laterales o sitios reactivos,

55

como polisiloxanos, por ejemplo MQ, EPM/EPDM, CR, CM, CSM, NBR, SBR, PVC, EVA, poliésteres, poliacetatos y similares, y cualquier mezcla de los mismos.

5 La mezcla basada en polímeros comprende además al menos un material de carga que forma enlaces estables y/o que facilita las reacciones de reticulación a temperaturas superiores a 280°C, es decir, con un potencial de reacción química a una temperatura superior a 280°C, y que se puede seleccionar de entre negros de carbón, óxidos y/o hidróxidos metálicos/semimetálicos/no metálicos, haluros, sílice o silicatos, fosfatos o fosfitos, sulfatos o sulfitos o sulfuros, nitratos o nitritos o nitruros, boratos, etc., y cualquier mezcla de los mismos, por ejemplo, de forma no exclusiva, sistemas basados en óxidos/hidróxidos de aluminio, silicatos, arcilla, yeso y/o cemento, fosfato de calcio, sulfato de sodio, etc.

10 La mezcla basada en polímeros también comprende un sistema de expansión basado en agentes de expansión físicos (por ejemplo, gases, líquidos volátiles) y/o químicos (por ejemplo, agentes que forman bases y/o vapor por descomposición).

15 La mezcla basada en polímeros también puede comprender al menos un sistema de reticulación (primario) para la vulcanización a temperaturas bajas o medias tal como se utilizan en la industria, como reticulantes basados en azufre, peróxido, óxido metálico, bisfenol o catalizadores metálicos, junto con sus respectivos aceleradores, retardadores, sinergistas, etc. La reticulación primaria también se puede lograr por radiación, opcionalmente con el apoyo de activadores internos.

20 La mezcla basada en polímeros comprende además al menos un sistema reticulante secundario que no participa en las posibles reacciones de vulcanización de los propios polímeros, pero que proporciona reactividad química a temperaturas elevadas, es decir, que conduce a una reticulación posterior durante una carga térmica, es decir, una exposición permanente a temperaturas superiores a 280°C, siendo dicho reticulante químicamente activo a una temperatura superior a 280°C, conduciendo así a una reticulación posterior. El sistema reticulante secundario puede comprender uno o más compuestos seleccionados de entre iniciadores (por ejemplo, peróxidos de alta temperatura de descomposición, tal como BaO₂), reticulantes bifuncionales (por ejemplos glicol sulfuros), reticulantes trifuncionales (por ejemplo boratos, fosfatos, modificaciones fosforosas, compuestos de fósforo o compuestos de nitrógeno, como nitruros o nitratos) o reticulantes tetrafuncionales (por ejemplo compuestos basados en silicio), reticulantes multifuncionales (por ejemplo polioles, azúcares), o cualquier mezcla de los mismos (véase la Fig. 1a). Son preferentes los reticulantes tri- y tetrafuncionales, ya que éstos forman más rápidamente estructuras de tipo cerámico más estables. Este sistema reticulante a temperaturas elevadas (es decir, considerablemente superiores a la temperatura de vulcanización, oscilando los promedios entre 300 y 600°C) no resultará modificado o afectado durante la producción de la mezcla polimérica expandida (mezclado, conformación, vulcanización), pero interferirá con los sitios activos en los polímeros y/o materiales de carga a dichas altas temperaturas. Se ha comprobado que la reticulación aguas abajo por el sistema reticulantes secundario es más rápida y completa si se basa en más de un 50% en mecanismos de condensación y/o policondensación que liberan sustancias de bajo peso molecular (moléculas pequeñas), correspondiendo dichas sustancias de bajo peso molecular a la fórmula general HX, siendo X -OH, halógeno, -OR u -OOR (R es cualquier sustituyente orgánico o inorgánico) y/o MX, siendo M un metal o semimetal, por ejemplo haluros -incluyendo sales-, agua, compuestos sustituidos con OH como MeOH, EtOH, silanoles, ácidos, etc. Esto conduce finalmente a una red tridimensional de alta densidad de reticulación con propiedades comparables a las de la cerámica espumada o el vidrio espumado.

40 La mezcla basada en polímeros puede incluir además aditivos adicionales que participan en la reticulación aguas abajo inducida por calor para acelerar las reacciones de reticulación deseadas, como barredores de humedad (por ejemplo anhídridos, compuestos higroscópicos), absorbedores de halógenos (por ejemplo álcalis), ácidos o neutralizadores de álcalis, sistemas tampón de pH y similares. Estos aceleradores están previstos principalmente para desplazar el equilibrio de las reacciones de condensación hacia la derecha (véanse también las ecuaciones (1') y (2')) para evitar reacciones secundarias o consecutivas no deseadas.

45 La mezcla basada en polímeros puede comprender además un sistema estabilizador de calor y/o reversión. Los estabilizadores se pueden seleccionar de entre negros de carbón, óxidos metálicos (por ejemplo óxido de hierro) e hidróxidos (por ejemplo hidróxido de magnesio), complejos orgánicos metálicos, catadores de radicales (por ejemplo derivados de tocoferol), silicatos complejos (por ejemplo perlita, vermiculita) y sus combinaciones. El sistema estabilizador ha de evitar que se produzca un endurecimiento prematuro (incontrolado) de la mezcla polimérica antes de la ceramificación (véase la Fig. 3) y estabilizar el material cuando se utiliza a temperaturas medias, por ejemplo durante la fase de puesta en marcha de un sistema de tuberías calientes. No obstante, dado que en algunos casos es necesario activar ciertos enlaces demasiado inertes de los polímeros y/o materiales de carga (por ejemplo Si-O, B-N) para que participen en la posterior reticulación aguas abajo en el momento adecuado, puede ser oportuno incluso acelerar dicha reversión o división. Por ello, la mezcla basada en polímeros puede incluir también compuestos ácidos o básicos para asegurar y provocar dicha división controlada.

60 La mezcla basada en polímeros puede comprender además cualquier otro tipo de materiales de carga o aditivos, como otros elastómeros, elastómeros termoplásticos y/o mezclas poliméricas basadas en materiales termoplásticos y/o termoendurecibles, o combinaciones de los mismos, o, como material reciclado, otros materiales, fibras, etc. basados en polímeros reciclados. Son preferentes los materiales de carga o aditivos que favorecen la resistencia al calor y la reticulación secundaria de la mezcla, bien por estabilización directa, bien por efectos sinérgicos con el sistema

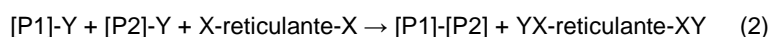
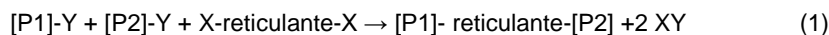
reticulante secundario y/o estabilizador de calor, y/o materiales de carga o aditivos que soportan directamente la reticulación a alta temperatura, como negro de carbón, óxido de hierro, por ejemplo magnetita, vermiculita, perlita, óxido e hidróxido de aluminio, etc., o mezclas de los mismos.

5 La mezcla basada en polímeros puede comprender otros aditivos, como retardantes de la llama, biocidas, plastificantes, estabilizadores, colorantes, etc. de cualquier tipo y en cualquier proporción, incluyendo aditivos para mejorar sus propiedades de producción, aplicación, aspecto y rendimiento, como emulsionantes, ablandadores, inhibidores, retardadores, aceleradores, etc.; y/o aditivos para adaptarla a las necesidades de la aplicación, como aditivos formadores de calcinado y/o intumescientes, como grafito de expansión y/o compuestos fosforosos, para que el material se vuelva autointumesciente y/o formador de calcinado en caso de incendio para cerrar y proteger por ejemplo penetraciones en paredes y muros o para evitar accidentes en caso de fugas en tuberías; y/o promotores de adhesión interna para asegurar propiedades autoadhesivas en aplicaciones de coextrusión y colaminación, como ésteres de silicato, silanos funcionales, polioles, etc.

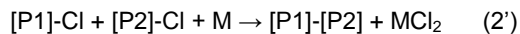
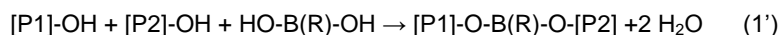
15 La mezcla basada en polímeros se expande produciendo una espuma de células principalmente cerradas, con un contenido en células cerradas de al menos un 70%. La mezcla se expande a una densidad inferior a 700 kg/m³, preferentemente inferior a 500 kg/m³, de forma especialmente preferente inferior a 200 kg/m³. La mezcla polimérica expandida tiene una conductividad térmica inferior a 0,2 W/mK a 0°C, preferentemente inferior a 0,08 W/mK a 0°C.

20 La capa (A) puede presentar una superficie lisa y llana o una estructura superficial a modo de nervadura en una o en ambas caras para actuar como distanciador, con el fin de limitar la transmisión y producir un desacoplamiento del sonido, véase la Fig. 2. La estructura a modo de nervadura puede tener forma sinusoidal, rectangular, triangular, trapezoidal o una combinación de éstas.

25 La capa (A) resistirá temperaturas de hasta 600°C sin mostrar ningún endurecimiento o descomposición serio que pueda volverla quebradiza y conducir a la desintegración del material o del sistema de aislamiento. Esto se logra mediante la reticulación aguas abajo o reticulación posterior inducida por calor arriba mencionada de la parte polimérica de (A) y/o la parte de material de carga de (A) mediante los reticulantes secundarios de (A). Si sólo se reticulan los polímeros, es probable que la capa (A) se vuelva quebradiza en una fase de utilización temprana del material. Si sólo se reticulan partículas o moléculas de carga, la capa (A) probablemente también se volverá quebradiza, pero más tarde. En ambos casos, la razón de que la capa (A) se vuelva quebradiza puede consistir en sitios activos (principalmente del polímero) que no participan en la reticulación controlada y, en consecuencia, tienen un riesgo de endurecimiento incontrolado. La mayor estabilidad frente a altas temperaturas se logra conectando los sitios activos de los polímeros y de los materiales de carga mediante reticulantes. Los reticulantes pueden actuar aquí como compuestos puente, como en la ecuación (1), y/o como iniciadores (es decir, sin que se integren en la estructura final), como en la ecuación (2), véase la Fig. 1b.



35 donde P1 y P2 pueden ser polímeros y/o materiales de carga, y X e Y son grupos funcionales o sitios activos. La ecuación (1) es típica de las reacciones de hidróxidos y compuestos relacionados (compuestos calcógenos en general), mientras que la ecuación (2) es típica de las reacciones donde participan halógenos, véanse las ecuaciones (1) y (2).



40 Las reacciones de tipo (1) o (2) se pueden combinar para obtener primero una reticulación controlada y una estructura rígida final estable y, en segundo lugar, para diseñar a medida el sistema de reticulación con el perfil de temperaturas de aplicación. El nivel de autoendurecimiento controlado y el nivel de temperatura en el que comenzará la reacción se pueden variar en un amplio intervalo mediante la selección de las combinaciones apropiadas de polímero/material de carga/ reticulante/acelerador. La tabla 1 muestra algunas de estas combinaciones. Como regla general se puede indicar que una mayor resistencia a la temperatura está vinculada a un menor contenido total de carbono de la capa (A) ceramificada o vitrificada final y también está relacionada con la presencia de átomos de silicio y/o aluminio y su relación metal/oxígeno y metal/heteroátomo (por ejemplo boro, nitrógeno). Dado que los polímeros orgánicos son los que aportan la mayor contribución al contenido total de carbono, resulta favorable elegir polímeros para aplicaciones de temperaturas muy altas que no presenten átomos de carbono en el propio esqueleto polimérico (como en poliacetatos, por ejemplo acetato de vinilo, acetato de celulosa; en polisiloxanos; en poliésteres y poliéteres/polioles; etc.) o que tengan heteroátomos en la cadena lateral (como en CR, CM, CSM, poliacetatos y poliésteres; etc.).

55 En cualquier caso es importante diseñar cuidadosamente la mezcla de acuerdo con el perfil de temperatura de las aplicaciones finales: la reacción de reticulación aguas abajo debe ser más rápida que el perfil de velocidad de descomposición del polímero correspondiente. La Fig. 3 muestra curvas típicas de dureza/envejecimiento por calor de mezclas poliméricas: el endurecimiento se acelerará desproporcionadamente con el aumento de temperatura y finalmente conducirá a la desintegración del material, es decir, el material se volverá tan quebradizo que antes o después se romperá bajo su propio peso o por la gravedad. La razón principal de que el material se vuelva quebradizo

es un nivel muy alto de reticulación incontrolada y no homogénea casi exclusivamente entre átomos de carbono y átomos de carbono que, junto con el contenido de carbono generalmente alto, finalmente conduce a productos secundarios de descomposición de polímeros de cadena corta e incluso a partículas de carbono.

5 Las curvas en negrita en la Fig. 3 indican cómo se comportará el material reivindicado bajo las mismas condiciones: se endurecerá al mismo nivel, pero no se descompondrá ni desintegrará, sino que se convertirá en una espuma rígida. Esto se debe a que en la reticulación aguas abajo primero se unen átomos de carbono a heteroátomos; en segundo lugar, se "absorben" enlaces disociados térmicamente integrándolos en la red, que crece homogéneamente; en tercer lugar se reduce el contenido total de carbono: el carbono que no se integra en la red permanecerá dentro de ésta como un material de carga inactivo sin ninguna influencia o se oxidará en dióxido de carbono y de este modo será retirado de la mezcla final. Si el contenido total de carbono en la espuma rígida final es inferior al 5% y el material de carga se basa principalmente en silicio, se puede hablar de un material autovitrificado, en otro caso se ha de hablar de un material autoceramificado. En general se puede hablar de un efecto de autorrigidificación.

Dado que el contenido general de materiales orgánicos o combustibles es bajo o muy bajo después de la autorrigidificación, el material de la capa (A) debe considerarse como no inflamable/no combustible (véase la tabla 2).

15 El material reivindicado puede comprender al menos una capa (B) que se puede aplicar como capa protectora entre la superficie caliente y la capa (A), véase la Fig. 2. La capa (B) sólo es necesaria si el equilibrio de endurecimiento/ceramificación de la capa (A) no es el deseado, es decir, está alterado negativamente, desplazándose al lado de endurecimiento incontrolado. La capa (B) puede comprender materiales invariables con la temperatura, como vidrio espumado, partículas inorgánicas a escala micrométrica y nanométrica en una matriz (por ejemplo gel de sílice como Aerogel®); fibras de vidrio, cerámicas, minerales, carbono, aramida, imida, etc., en forma de tejido, tela, malla, tejida o no tejida; o cualquier combinación de éstos.

25 Además, el material reivindicado puede comprender capas adicionales (C) que proporcionan aislamiento adicional, barrera de difusión o propiedades de protección, o una combinación de estas características. Las capas (C) se pueden aplicar debajo o encima de las capas (A)-(B) o dentro de las capas (A)-(B). Las capas (C) se pueden aplicar preferentemente sobre la superficie exterior del sistema con fines de protección, por ejemplo contra los efectos de la intemperie, UV o impactos mecánicos. Las capas (C) se pueden utilizar especialmente para proporcionar una función de amortiguamiento de vibraciones y/o absorción de golpes y/o impactos con el fin de evitar que la capa (A) resulte deteriorada después de la autorrigidificación en caso de carga mecánica.

30 El material reivindicado también puede comprender partes adicionales (D) que no son material de aislamiento, por ejemplo elementos plásticos o metálicos como tuberías o tubos, por ejemplo tuberías de metal ondulado, o alambres, sensores, etc., que se pueden coextrudir directamente sobre el sistema (A)-(C) o insertar en la parte de aislamiento después de su producción para formar un sistema preaislado.

Una ventaja destacada del material reivindicado es que proporciona un aislamiento térmico fiable y sostenible a temperaturas de hasta 600°C.

35 Otra ventaja del material reivindicado es que proporciona un aislamiento acústico adicional.

Otra ventaja básica del material reivindicado es que es flexible y fácil de manejar durante el montaje. Se puede cortar y conformar fácilmente, por lo que el aislamiento de codos, válvulas, bridas, etc. resulta particularmente sencillo.

40 Otra ventaja del material reivindicado es que se puede producir a temperaturas de hasta 300°C y montar a temperaturas entre -10 y 400°C, y sólo después de estas manipulaciones se rigidificará durante el uso. Por consiguiente, el material reivindicado es estable durante el almacenamiento.

45 Otra ventaja del material reivindicado es que el proceso de autoceramificación se produce en un tiempo bastante corto a temperaturas elevadas, pero no extremas, mientras que otros materiales autoceramificantes conocidos (véanse, por ejemplo, los documentos EP 1006144, EP 1298161) o materiales formadores de calcinado y/o intumescentes relacionados (véase, por ejemplo, el documento EP 17833002) requieren temperaturas muy altas (al menos >650°C), temperaturas de llama o incluso una llama directa. Sin embargo, estos materiales no se ceramifican a temperaturas más bajas, sino que se desintegran por envejecimiento por calor, en especial cuando se espuman y/o someten a carga mecánica.

50 Los materiales que se ceramifican a temperaturas más bajas requieren un tratamiento adicional, por ejemplo deben ser ceramificados bajo condiciones especiales, por ejemplo en presencia de ozono y vapor de agua (véase el documento DE 4035218) o en atmósfera de amoníaco (como en el documento EP 323103). Ventajosamente, este tratamiento adicional no es necesario en esta invención.

Otra ventaja importante del material reivindicado es que sus propiedades de aislamiento son muy constantes dentro de un amplio intervalo de temperaturas, en especial dentro del intervalo de temperaturas de la aplicación prevista (300-600°C).

ES 2 430 350 T3

- Otra ventaja del material reivindicado es que no sólo es resistente a las altas temperaturas, sino que también es adecuado para el uso a baja temperatura, en consecuencia es ideal para usos al aire libre y bajo condiciones rigurosas.
- Otra ventaja del material reivindicado es que su composición permite utilizarlo tanto en interiores como al aire libre, ya que proporciona normalmente la estabilidad a los efectos de la intemperie y UV y además no presenta ninguna composición tóxica ni se produce ningún olor. Es respetuoso con el medio ambiente y no incluye ni libera sustancias nocivas (por ejemplo, no se requieren ftalatos como plastificantes, que están en parte en discusión y en parte prohibidos), no afecta al agua ni al suelo y puede contener o ser mezclado o rellenado en gran medida con material residual o reciclado del mismo tipo sin ninguna pérdida significativa de propiedades relevantes.
- Una ventaja relacionada del material reivindicado es que está libre de fibras y libre de polvo y, en consecuencia, no contamina el aire.
- Otra ventaja del material reivindicado es que se puede comprimir durante el montaje y, en consecuencia, si se monta apropiadamente bajo dicha compresión, compensará la contracción que normalmente se produce durante la autorrigidificación debido a las sustancias volátiles y el aumento de la densidad de la red.
- Otra ventaja del material reivindicado es que se rigidifica, pero sigue siendo capaz de soportar la tensión, por ejemplo de expansión/contracción térmica durante el uso.
- Una ventaja relacionada del material es que puede resistir fluctuaciones de temperatura sin daños mecánicos, como agrietamiento, exfoliación, etc.
- Otra ventaja destacada del material reivindicado es que, incluso después de la autorrigidificación, conservará la mayor parte de su contenido en células cerradas y, en consecuencia, presentará propiedades como barrera al vapor incorporadas y de baja convección térmica.
- Otra ventaja del material reivindicado es que no sólo proporciona aislamiento térmico, sino también aislamiento acústico, tanto del sonido aéreo como del sonido de cuerpos, ya que se puede variar su densidad y la relación entre las células cerradas y las células abiertas para adaptarlo al perfil de aislamiento acústico previsto.
- Otra ventaja del material reivindicado es la posibilidad de adaptarlo también, además de las propiedades acústicas, al perfil de propiedades deseado (con respecto al aislamiento, propiedades mecánicas, resistencia a la temperatura, etc.) expandiéndolo a una estructura o densidad de células de espuma apropiada, diseñando la mezcla apropiada o aplicando combinaciones de capas apropiadas.
- Una ventaja destacada del material reivindicado es que se puede producir de forma económica en un proceso de mezcla de un solo paso y un proceso de conformación de un solo paso, por ejemplo por moldeado, extrusión y otros métodos de conformación. Presenta versatilidad en las posibilidades de producción y aplicación. Se puede extrudir, coextrudir, laminar, moldear, comoldear, etc. como elemento individual o multicapa y, en consecuencia, se puede aplicar en una conformación prácticamente ilimitada.
- Otra ventaja del material reivindicado es que puede ser transformado y conformado por métodos estándar muy extendidos en la industria y sin requerir equipos especiales.
- Otra ventaja del material reivindicado es que proporciona un buen aislamiento frente a las altas temperaturas de forma económicamente razonable.
- Una ventaja destacada del material reivindicado es que su superficie se puede tratar fácilmente, por ejemplo revestir, con diversos agentes y por diversos medios.
- Otra ventaja del material reivindicado es que se puede teñir con facilidad, por ejemplo de rojo, para indicar calor.
- Otra ventaja importante del material reivindicado es que se puede someter a un tratamiento previo con energía para iniciar la reticulación secundaria posterior del montaje o de otras manipulaciones. El nivel de reticulación secundaria se puede ajustar mediante la temperatura y la duración del tratamiento térmico. Esto puede resultar útil para aislar superficies grandes donde se desea mayor rigidez, o para realizar piezas conformadas, como semicoquillas, o para realizar partes finales rígidas. Esto se puede llevar a cabo por ejemplo después de la fabricación en hornos, o en el lugar de trabajo con pistolas de aire caliente o radiadores.
- Una ventaja muy destacada del material reivindicado radica en el hecho de que se vuelve inflamable o no combustible durante la autorrigidificación y después de la misma, lo que hace que el material reivindicado sea ideal para aplicaciones en entornos críticos, por ejemplo en la industria del petróleo/gas y la industria química.
- Otra ventaja consiste en el uso del material reivindicado para aplicaciones que requieren alta resistencia a la temperatura, con temperaturas de aplicación >300°C (continuas, intermedias o máximas), por ejemplo para aislamiento de tuberías y depósitos solares térmicos, aislamiento térmico y/o acústico industrial, por ejemplo para aislamiento de tuberías y depósitos o reactores de fluido o vapor a alta temperatura, para el calentamiento de sistemas, por ejemplo quemadores u hornos, para utilización en interiores y/o al aire libre.

Ejemplos

Ejemplo 1: Mezclas autorrigidificantes y su comportamiento al ser expuestas a altas temperaturas

5 Las muestras para los ensayos se obtuvieron combinando la mezcla base respectiva para A-F (véase la tabla 1) con un sistema de vulcanización basado en azufre y con azodicarbonamida como agente de expansión. Después, las mezclas se extrudieron, se expandieron y se reticularon formando una lámina de espuma de 330 mm de anchura y 25 mm de espesor.

Las muestras (aproximadamente 300 x 200 mm) se recortaron de estas láminas y se colocaron sobre una placa caliente Stuart® para ensayos a hasta 400°C o sobre una placa calentada por quemadores de gas para ensayos hasta 600°C, respectivamente.

10 La tabla 1 muestra las combinaciones/mezclas utilizadas para los ensayos comparativos. El intervalo de temperaturas de ceramificación corresponde al intervalo de temperaturas en el que el proceso de autorrigidificación se produce de forma más eficaz. Después de unos días a la temperatura respectiva se alcanza un estado rígido estable; cuanto mayor es la temperatura, más rápida es la reticulación. La temperatura de servicio es la temperatura máxima recomendada para el uso final, es decir, la carga de calor permanente, si no se favorece ningún otro cambio de propiedades (por ejemplo, no más contracción).

Tabla 1 Composición e intervalo de temperatura de servicio respectivo de mezclas autorrigidificantes típicas (todos ejemplos de la invención)

	Base polímero	Material carga reticulación	Sistema reticulante	Aditivo acelerador/ soporte	T ceramificación	T servicio	Estado rígido tras
A	VMQ*	Silicato	Ác. bórico, borato de sodio	Dianhídrido piromelítico	300-600°C	500°C	2-5 días
B	VMQ*	ATH	Ác. bórico, borato de sodio	-	400-600°C	470°C	2-8 días
C	EPDM*	Silicato	Ác. bórico, borato de sodio	-	300-400°C	350°C	3-8 días
D	EPDM*	ATH	Pirofosfato	Dianhídrido piromelítico	300-500°C	380°C	2-4 días
E	CR*	Silicato	Pirofosfato	Dianhídrido piromelítico, Mg(OH) ₂	300-400°C	430°C	2-4 días
F	CR*	ATH	Pirofosfato	Dianhídrido piromelítico, Mg(OH) ₂	300-400°C	400°C	2-5 días

*A y B: Armaprene® UHT; C y D: Armaprene® HT; E y F: Armaprene® BS2; todos de Armacell, Alemania

Materias primas utilizadas:

20 ATH: Martinal® 107, Martinswerk, Alemania.

Ácido bórico, borato de sodio e hidróxido de magnesio Mg(OH)₂: Merck, Alemania.

Pirofosfato: pirofosfato de sodio, dibásico: SigmaAldrich, Alemania.

Dianhídrido piromelítico: Lonza, Suiza.

Silicato: Kieselguhr/Perlite, Lehmann&Voss, Alemania.

Ejemplo 2: Propiedades de aislamiento y retardante de llama

Se prepararon muestras de 25 mm de espesor como en el Ejemplo 1. La densidad se analizó según ISO 845; la LOI según ISO 4589; la conductividad térmica según EN 12667; clasificación de inflamabilidad de acuerdo con EN 13501/EN 13823.

- 5 La tabla 2 muestra algunas propiedades relacionadas con el aislamiento de mezclas seleccionadas de la tabla 1 antes y después de la autorrigidificación en comparación con otros materiales utilizados para aislamiento frente a altas temperaturas.

Tabla 2 Materiales de aislamiento frente a altas temperaturas y sus propiedades físicas

	A*	C*	E*	Vidrio espumado	Lana de vidrio	Lana mineral
Densidad [kg/m ³] tras vulcanización	85	78	79	-		-
Densidad [kg/m ³] en estado rígido	96	76	73	120	63	130
LOI tras vulcanización	44	37	52	-	-	-
Conductividad térmica a 0°C [W/mK] tras vulcanización	0,041	0,039	0,040	-	-	-
Conductividad térmica a 0°C [W/mK] en estado rígido	0,044	0,038	0,039	0,040	0,039	0,034
Clasificación de inflamabilidad tras vulcanización	C S1 d0	D S3 d0	B S2 d0	-	-	-
Clasificación de inflamabilidad en estado rígido	AS1	B S1 d0	AS1	A S1** A S2***	A S1** A S2***	A S1** A S2***
* Ejemplo de la invención; **analizado como producto autónomo; ***analizado como sistema con capas de ayuda de montaje/cubierta/laminadas de acuerdo con las recomendaciones y/o vendido por fabricantes.						

- 10 Materiales para ejemplos comparativos:

Vidrio espumado: Foamglas® ONE (1 pulgada = 25,4 mm de espesor), Pittsburgh Coming, EE. UU.

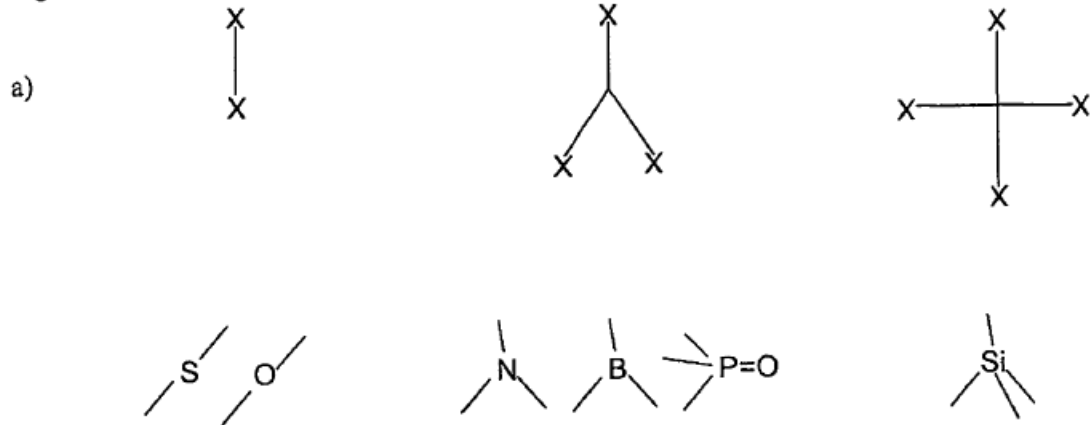
Lana de vidrio: Isover®, Saint Gobain, Francia.

Lana mineral: Rockwool® Duraflex (30 mm de espesor), Rockwool, Holanda.

REIVINDICACIONES

1. Material de aislamiento térmico y/o acústico que comprende al menos una capa de una mezcla de polímeros orgánicos expandida y vulcanizada, caracterizado porque el polímero tiene heteroátomos en el esqueleto polimérico y/o grupos laterales o sitios reactivos y comprendiendo la mezcla polimérica al menos un material de carga que forma enlaces estables y/o que apoya reacciones de reticulación a temperaturas superiores a 280°C, y al menos un reticulante que conduce a una reticulación posterior durante una carga de calor (exposición permanente a temperaturas superiores a 280°C), siendo el reticulante químicamente activo a una temperatura superior a 280°C, lo que conduce a la reticulación posterior.
2. Material según la reivindicación 1, caracterizado porque el reticulante consiste en al menos un compuesto seleccionado de entre las clases de iniciadores, reticulantes bifuncionales, trifuncionales o tetrafuncionales o cualquier mezcla de los mismos, preferentemente reticulantes tri- y tetrafuncionales.
3. Material según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, caracterizado porque la mezcla polimérica se expande hasta una densidad inferior a 700 kg/m³, preferentemente inferior a 500 kg/m³, de acuerdo con ISO 845.
4. Material según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, caracterizado porque la mezcla polimérica expandida tiene una conductividad térmica inferior a 0,2 W/mK a 0°C, preferentemente inferior a 0,08 W/mK a 0°C, de acuerdo con EN 12667.
5. Material según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, caracterizado porque el contenido en células cerradas es al menos el 70%.
6. Material según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, caracterizado porque muestra un efecto de autorrigidificación controlada a temperaturas > 300°C que es más rápido que su envejecimiento por calor correspondiente, conduciendo a un material autovitrificado o autoceramificado, es decir, autorrigidificado.
7. Material según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, caracterizado porque el polímero es un elastómero o un elastómero termoplástico.
8. Material según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, caracterizado porque la reticulación posterior se basa en más de un 50% en mecanismos de reacción de condensación y/o policondensación.
9. Material según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, caracterizado porque el material de carga se basa en óxido y/o hidróxido de aluminio y/u óxido y/o hidróxido de silicio y/u óxido de alquileño.
10. Material según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, caracterizado porque el sistema de reticulación secundario se basa en compuestos de boro y/o nitrógeno y/o fósforo y/o silicio.
11. Material según cualquiera de las reivindicaciones 1-10, caracterizado porque se aplican estructuras de nervadura en una o en las dos superficies de la capa.
12. Material según cualquiera de las reivindicaciones 1-11, caracterizado porque se aplica al menos una capa protectora sobre el interior para evitar el envejecimiento prematuro por calor y/o el deterioro mecánico.
13. Material según cualquiera de las reivindicaciones 1-12, caracterizado porque se aplica al menos una capa de aislamiento adicional y/o protección sobre el exterior.
14. Material según cualquiera de las reivindicaciones 1-13, caracterizado porque se aplican capas adicionales con fines de protección, barrera y blindaje por encima y/o por debajo y/o dentro de otras capas.
15. Proceso para producir el material según cualquiera de las reivindicaciones 1-14, en un proceso de moldeo y/o de (co)extrusión y/o (co)laminación continua.
16. Utilización de un material según cualquiera de las reivindicaciones 1-14 para aplicaciones que requieren alta resistencia a la temperatura, con temperaturas de aplicación >300°C (continuas, intermedias o máximas).
17. Utilización del material según la reivindicación 16 para aplicaciones que requieren alta resistencia a la temperatura, con temperaturas de aplicación >600°C (continuas, intermedias o máximas).

Figura 1



b)

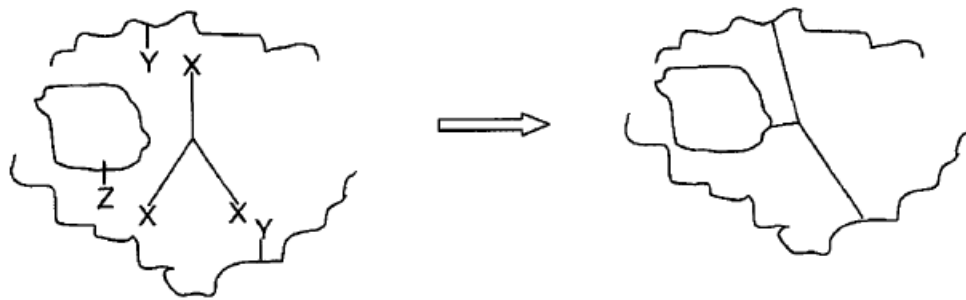


Figura 2

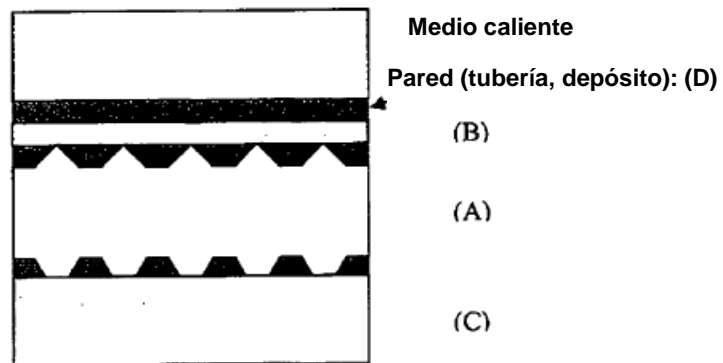


Figura 3

