(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 524 801**

(51) Int. CI.:

B32B 25/20 (2006.01)
F16L 59/14 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.08.2010 E 10172734 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.10.2014 EP 2418080**

(54) Título: **Sistema de aislamiento flexible para altas temperaturas**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.12.2014

(73) Titular/es:

ARMACELL ENTERPRISE GMBH & CO. KG (100.0%)
Zeppelinstrasse 1
12529 Schönefeld OT Waltersdorf , DE

(72) Inventor/es:

WEIDINGER, JÜRGEN;
ZAUNER, CHRISTOPH;
HARAKAL, MARK E. y
MÖLLER, STEPHAN

(74) Agente/Representante:

DURÁN MOYA, Carlos

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).

DESCRIPCION

Sistema de aislamiento flexible para altas temperaturas

La presente invención se refiere a un sistema de aislamiento térmico y/o de sonido, con características de resistencia a temperaturas elevadas, al procedimiento para la fabricación de dicho sistema y a la utilización del mismo.

Los sistemas de aislamiento para protección contra elevadas temperaturas están dominados principalmente por materiales inorgánicos (vidrio o fibras minerales tales como Isover® o Rockwool®, vidrio esponjoso tal como Foamglas®, sílice, geles de sílice tales como Aerogel®, etc.) o resinas expandidas reticuladas rígidas (Puren® similar a PIR/PUR, termocurados, tales como melamina, tal como Basotec® o fenólicos). Todos estos sistemas carecen de propiedades de montaje y desmontaje fáciles y se muestran limitados, tanto en lo que respecta al eficiente aislamiento de curvas, pestañas, etc., como a la dificultad de utilización como pre-aislamiento, por ejemplo, sobre un tubo corrugado. Además, los materiales fibrosos y resinas rígidas expandidas con celdas abiertas tienen una elevada transmisión de vapor de agua y de gases. Esto puede provocar, por ejemplo, la condensación sobre tubos, lo cual conduce a la corrosión. El vidrio esponjoso no es flexible y por lo tanto, la instalación es muy compleja y cara. Debido a esto, el vidrio esponjoso no resiste las vibraciones, ciclos de expansión/contracción, etc., limitando su campo de aplicación.

Uno de los sectores que más impulsan los trabajos en el sector de soluciones de aislamiento más flexible para altas temperaturas es claramente la industria solar, especialmente desde la aparición de tubos colectores al vacío en el mercado, dado que su sistema de tuberías conectadas puede alcanzar temperaturas superiores a 200ºC. La mayor parte de propuestas para bases de aislamiento flexibles a alta temperatura sobre la utilización de una capa interna inerte no degradable o por lo menos con elevadas características inertes a alta temperatura, tal como las del documento DE 19926850, EP 1239205 o en algunas aplicaciones actualmente en uso (por ejemplo, manguitos solares Trocellen, Würth Edelstahlwellrohr Solar, WIP-FLEX-TWIN®,,V" etc). No obstante, todas estas soluciones tienen que basarse también en capas internas de tipo inorgánico bien conocido y por lo tanto no muestran una mejora significativa de las desventajas antes mencionadas de dichos materiales.

Un material preferente en la industria para aislamiento de sistemas solares standard que trabajan con colectores planos o conexiones de intercambio de calor en general es la goma EPDM, principalmente en forma de material esponjoso expandido, tal como se explica en los documentos US 4399319, EP 1113234 y EP 1213527. Conjuntamente con otros materiales la EPDM se utiliza en los documentos EP 1279883 y AT 010229U1 (EPDM en lechos esponjosos PE), EP 1239205 (EPDM esponjosa sobre una capa de protección textil), DE 29617936 y DE 20009556 (tubos pre-aislados - EPDM - en una envolvente) y en algunas aplicaciones actualmente utilizadas tales como EPDM Armaflex® DuoSolar o Kaiflex® Solar. No obstante, se sabe que EPDM muestra una elevada degradación térmica por oxidación a temperaturas de 150ºC e inferiores, dependiendo en el compuesto de EPDM, lo que significa que, incluso para colectores de tipo standard el material se encuentra en su límite, por lo tanto no es solución incluso cuando se utiliza sobre una capa protectora.

Las PUR y PIR se utilizan también para aislamiento térmico tal como en el documento EP 892207 y en combinaciones, por ejemplo con silicona, tal como en DD 63240, los cuales, no obstante, presentan todavía las desventajas mencionadas y/o no resisten las temperaturas requeridas.

En general se utilizan masas esponjosas termoplásticas para el aislamiento térmico a temperaturas bajas (<100ºC). Para mejorar ligeramente la resistencia térmica se utiliza PE reticulado, tal como en el documento CN 2413139 o en algunas aplicaciones actualmente utilizadas, tales como manguitos solares Trocellen, pero estos materiales no resisten las temperaturas de colectores con tubos al vacío.

Se han mencionado materiales capaces de soportar una carga de energía térmica más elevada en el documento DE 19926850 (espuma de silicona o textil, pero también espuma de PE), EP 974784 (elastómeros no polares, tales como EPDM o siliconas) EP 2171358 (silicona, poliamida e incluso EPDM) y en algunas soluciones en la industria (capa de protección de silicona sólida Ayvaz/TK seguido de espuma de EPDM).

Además se utilizan fibras de polímeros tales como poliamida o poliéster para aplicaciones de altas temperaturas, tal como en el documento DE 2813824 o en algunas aplicaciones actualmente utilizadas, tales como WIP-FLEX-TWIN®,,V". Estos materiales de aislamiento de polímeros fibrosos tienen las mismas desventajas que los ya mencionados materiales fibrosos.

Desde luego EPDM y/o PE no tendrían sentido como aislamiento a alta temperatura, y PA de alta temperatura es un material rígido. Los elastómeros de siliconas son conocidos por encontrarse entre los mejores materiales flexibles resistentes a alta temperatura. No obstante se debe indicar que solamente la goma de silicona de alta consistencia (HCR o HTV) es capaz de resistir cargas de alta temperatura suficientemente sin mostrar rigidificación o reversión, dado que los polímeros HCR (polisiloxanos) son significativamente más largos y por lo tanto más estables que los de la goma líquida (LSR) u otras variedades de siliconas (RTV etc.). Adicionalmente, el HCR es un polímero de goma

clásico que puede ser dotado de carga, estabilizado, etc. y por lo tanto es adecuado en principio para la utilización pretendida. No obstante, para las temperaturas existentes y previstas tanto en aislamiento industrial como en aplicaciones solares, la resistencia al calor de HCR se encuentra en el límite, dado que los colectores de tubos funcionan a 220ºC con picos de más de 250ºC, y hay previsiones para colectores a 300ºC. Los folletos y lugares web de fabricantes de siliconas no recomiendan utilizar siliconas durante más de cuatro semanas en estas condiciones.

El documento US 4822659A da a conocer un material de aislamiento térmico que comprende, como mínimo, una capa de un elastómero de silicona, que es una goma de silicona de dos componentes, que se vulcaniza a temperatura ambiente, en la que el reticulado es conseguido por óxidos metálicos y en la que la mezcla de polisiloxano reticulado muestra una conductividad térmica menor de 1,15 W/mK a 0ºC.

El documento US 2004/126562 A1 da a conocer una pieza aislante fabricada a base de una espuma elastómera basada en una goma que tiene una densidad de 30 a 120 g/dm^3, utilizándose de manera ventajosa NBR, EPDM, SBR o BR para la espuma elastómera.

Otra desventaja es el hecho de que la HCR puede ser expandida solamente a densidades desde altas a medias (los catálogos actuales de suministradores ofrecen una densidad llegando aproximadamente a ~300kg/m^3 para espuma de silicona HCR mientras que las siliconas sólidas se ofrecen a 1.100 a 1.400 kg/m^3.

Dado que la densidad es importante tanto para el aislamiento térmico (menos de 150 kg/m^3 es el mínimo requerido para conseguir conductividades térmicas <0,050 W/mK que calificarían el material esponjoso como material aislante de acuerdo con las normas internacionales), como para el peso del sistema y su economía (la silicona tiene características notables de costes de materia prima) este es otro reto importante a superar. De manera adicional, el aislamiento industrial (por ejemplo, conducciones de calentamiento para reactores químicos, etc.) alcanzará temperaturas incluso superiores a 300ºC, por lo tanto, las soluciones existentes no pueden cumplir con las exigencias correspondientes.

Un objetivo principal de la presente invención es, por lo tanto, dar a conocer un sistema o material que no muestren las deficiencias antes mencionadas, sino que muestren una resistencia térmica extraordinaria del aislamiento junto con baja densidad y buena flexibilidad.

De modo sorprendente, se ha descubierto que dicho sistema o material que no muestre las desventajas antes mencionadas puede quedar constituido por un combinado multicapa que comprende una mezcla de polisiloxano de baja densidad especialmente adaptada con estructura opcional superficial en combinación con otras capas.

En los dibujos, que forman parte de esta descripción,
la figura 1 es un gráfico del grado de vulcanización a lo largo del tiempo, para diferentes procedimientos de reticulación;
la figura 2 es un dibujo esquemático del material de aislamiento térmico y/o de sonido reivindicado;
la figura 3 es un diagrama de la dureza a lo largo del tiempo para un material estándar de silicona y el material reivindicado; y
la figura 4 es una vista esquemática en sección del material térmico y/o de aislamiento térmico de la reivindicación y un gráfico de los gradientes térmicos correspondientes.

El material reivindicado comprende, como mínimo, una capa (A), formada por una mezcla de polímero de polisiloxano expandida y reticulada. Los polímeros de polisiloxano (por lo menos uno) de la mezcla de polisiloxano tienen preferentemente un contenido de grupos funcionales (contenido de vinilo) de 1%, como mínimo, siendo especialmente preferente más de 2,5%. El alto contenido de grupos vinilo conducirá a una elevada densidad de reticulación después de vulcanización, lo que tiene como consecuencia la creación de una red térmicamente estable. De modo adicional, el alto contenido de vinilo hará el polisiloxano accesible a todo tipo de procedimientos de reticulación, tales como mediante peróxidos, por vulcanización basada de manera clásica en azufre, por óxidos metálicos, etc. Son preferibles las reticulaciones basadas en azufre y/o en un óxido metálico. Es especialmente preferente la reticulación basada en un compuesto de azufre y/o en un óxido metálico. Ello es económico y permitirá obtener materiales esponjosos de muy baja densidad, dado que ambos conducen a una reacción de vulcanización suave y relativamente lenta en comparación con otros procedimientos (ver figura 1) y, por lo tanto, facilitarán la expansión que conduce a densidades lo más reducidas posible. La base de polímero de la mezcla de polisiloxano puede comprender polisiloxanos que llevan grupos/sustituyentes laterales y/o terminales, tales como alquilo, tal como metilo, etilo, etc.; alquenilo, tal como vinilo, etc; arilo, tal como fenilo; halogenados, tal como trifluoropropilo; grupos heterosustituidos, que contienen por ejemplo, oxígeno, azufre, nitrógeno, fósforo; o cualesquiera composiciones mezcla de los mismos.

La mezcla de polisiloxano comprende además, como mínimo, un agente de expansión escogido entre las clases de productos químicos que liberan dióxido de carbono, nitrógeno, oxígeno o agua. Son preferibles los agentes químicos que liberan nitrógeno, siendo especialmente preferibles los compuestos azo. La mezcla de polisiloxano es expansionada formando un material esponjoso, principalmente de celdas cerradas, con un contenido de celdas

cerradas mínimo de 80% y una densidad mínima de 350 kg/m^3, preferentemente menos de 150 kg/m^3, para reducir la conductividad térmica a menos de 0,051 W/mK a 0^{o}C.

La mezcla de polisiloxano comprende además, una o varias cargas escogidas entre las clases de óxidos metálicos y metaloides o hidróxidos, negros de carbón, carbonatos y sulfatos. Son preferibles las cargas que contienen silicio, siendo especialmente preferentes todos los tipos de sílice. La mezcla de polisiloxano comprende además un sistema estabilizante de calentamiento y/o reversión. Los estabilizantes pueden ser escogidos entre las clases de negros de carbón, óxidos metálicos (por ejemplo de hierro) e hidróxidos (por ejemplo, hidróxido magnésico), complejos orgánicos de metal, barredores de radicales (por ejemplo, derivados de tocoferol), silicatos complejos (por ejemplo, perlita, vermiculita), y combinaciones de los mismos.

La mezcla de polisiloxano puede comprender además, todos los tipos de otras cargas o aditivos, tales como otros elastómeros, elastómeros termoplásticos y/o mezclas de polímeros de termoplásticos y/o basadas en termocurables o combinaciones de los mismos, o bien en forma de material reciclado, otros materiales basados en polímeros reciclados, fibras, etc. Son preferibles las cargas o aditivos que soportan la resistencia al calor de la mezcla por estabilización directa y/o por efecto sinérgico con el sistema de estabilización térmica, tal como negro de carbón, óxido de hierro, magnetita, vermiculita, perlita, etc., o mezclas de los mismos.

La mezcla de polisiloxano puede comprender además aditivos, tales como retardantes de la llama, biocidas, plasticificantes, estabilizantes, colorantes, etc. de cualquier tipo y en cualquier proporción, incluyendo aditivos para mejora de su fabricación, aplicación, aspecto y características de rendimiento, tales como, inhibidores, retardantes, aceleradores, etc.; y/o aditivos para adaptarlos a las necesidades de las aplicaciones, tales como aditivos para la formación de carbonizaciones y/o intumescencias, tal como grafito expansivo, para hacer el material autointumescente en caso de fuego para cerrar y proteger, por ejemplo, penetración en paredes y tabiques; y/o sustancias que conducen a un efecto autoceramificante en tubos, penetraciones en paredes, etc. en el caso de incendio, tales como compuestos de boro, compuestos que contienen silicio, etc. y/o promotores de la adherencia interna para asegurar características autoadhesivas en aplicaciones de co-extrusión y co-laminación, tales como ésteres de silicatos, silanos funcionales, polioles, etc.

La capa (A) puede mostrar una estructura superficial de tipo nervado en una o ambas caras, para actuar como separador para la limitación de la transmisión de calor y para desacoplamiento del sonido (ver figura 2). La estructura de nervios puede ser de tipo senoidal, o rectangular, triangular, trapezoidal, o una combinación de los mismos.

La capa (A) resistirá a temperaturas hasta 300ºC sin mostrar endurecimiento o descomposición severa. A temperaturas más elevadas, los materiales basados en polisiloxano normal resultarán frágiles y el material esponjoso correspondiente se desintegraría. La composición preferente de (A), no obstante, mostrará ciertamente un endurecimiento inicial más rápido por envejecimiento oxidante que los compuestos estándar; no obstante, el envejecimiento: 1) se hará más lento a lo largo del tiempo y 2) conducirá eventualmente a un material esponjoso rígido, pero no frágil, que mantiene las características de aislamiento (figura 3, tabla 3). Esto es debido a que la reticulación por azufre conduce a redes de polímeros con puente de polisulfuro. Cuando se oxida por envejecimiento por elevada acción térmica, dichos puentes se abrirán parcialmente (por los radicales de oxígeno del aire) y se recombinarán, y a continuación, acortarán ciertamente, pero no se romperán por completo, tal como sería el caso con puentes cortos de carbono en siliconas estándar. La reticulación por azufre que se sabe que es menos estable con respecto a calentamientos “medio altos”, se beneficia para cargas térmicas muy elevadas. Las cargas preferentes soportarán a este efecto dado que, estabilizarán los radicales de azufre y absorberán radicales de oxígeno y pueden ofrecer lugares para la unión de puentes de azufre a las partículas de carga haciendo toda la mezcla más estable e impidiendo la fragilidad.

El material reivindicado comprenderá, como mínimo una capa (B), que comprende una mezcla de polímero expandido y que muestra, como mínimo, 80% de contenido de celdas cerradas con una densidad menor de 150 kg/m^3, preferentemente menor de 80 kg/m^3, y una conductividad térmica no superior a 0,040 W/mK a 0^{o}C. La capa (B) puede ser utilizada para mejorar tanto las características de aislamiento térmico del sistema en su conjunto, como su economía, dado que el material polímero para (B) puede ser escogido entre materias primas más económicas, tales como EPDM, otras gomas orgánicas tales como CR, EPM, IR, IIR, NR, NBR, SBR; y/o poliolefinas, tales como PE, PE reticulado, etc., a causa de las temperaturas más bajas a manejar.

La capa (B) puede estar unida a (A) por medios mecánicos, por adherencia química o por conexión directa durante la fabricación, por ejemplo por co-extrusión, co-moldeo y/o laminación. Se debe tener cuidado en que la capa de conexión o interfaz de conexión sea suficientemente resistente al calor. Dependiendo de la temperatura del interfaz se pueden aplicar adhesivos resistentes a la temperatura, tales como silicona de uno o dos componentes, poliuretano, acrilato, cloropreno, adhesivos de contacto o productos de fusión en caliente o cualquier combinación de ellos. La elección de la base de polímero para (B) depende también de una temperatura del interfaz, que por su parte depende del carácter y grosor, como mínimo de la capa (A), o de la capa (A) y (C), si se aplican (ver figura 4, tablas 2 y 3): por ejemplo, EPDM puede ser aplicado de manera segura como capa (B) a una temperatura de interfaz de menos de 150ºC, mientras que el polietileno puede ser aplicado solamente a temperaturas inferiores a

100ºC.

El material reivindicado puede comprender como mínimo una capa (C) que puede ser aplicada como capa de protección entre la superficie caliente y la capa (A), ver figura 2. La capa (C) es necesaria solamente para temperaturas superficiales superiores a 300ºC si no se desea el endurecimiento de la capa (A). La capa (C) puede comprender materiales que no varían con la temperatura, tales como, vidrio esponjoso, partículas inorgánicas de medidas micro y nano en una matriz (por ejemplo, Aerogel®); fibras de vidrio, mineral/cerámica, carbón, amidas, aramidas, imidas o poliéster, fibras orgánicas, tales como lana, cáñamo, sisal, etc.; como tela, telas tejidas o no tejidas; como fibras cortadas, fibras cortas o largas, con o sin aglomerante en una matriz; o cualesquiera combinaciones de los mismos.

El material reivindicado puede comprender además capas adicionales (D) que proporcionan características adicionales de aislamiento o barrera de difusión o de protección, o combinación de las mismas. Capas (D) pueden ser aplicadas por debajo o por encima de las capas (A)-(C) o dentro de las capas (A)-(C). Las capas (D) pueden ser aplicadas preferentemente sobre la superficie externa del sistema para objetivos de protección, por ejemplo contra la intemperie, radiaciones UV, o impactos mecánicos.

El material reivindicado puede comprender además, partes adicionales (E), ver figura 2, que no son material aislante, por ejemplo, plásticos o metal, tal como conducciones o tubos, tales como tubos de metal ondulado que se pueden co-extrusionar directamente por el sistema (A)-(C)/(D) o que se pueden insertar en la parte de aislamiento después de su fabricación, para formar el sistema pre-aislamiento.

El material reivindicado puede comprender además una combinación (F) de dos o más conducciones o tubos que comprenden, como mínimo (A) y (E), preferentemente (A), (B) y (E); o (A)-(C) y (E); o bien (A)-(E). La combinación (F) puede ser embebida en una matriz habitual, tal como otro material esponjoso, o se puede envolver por recubrimiento o similar, o puede consistir en un mínimo de dos conducciones pre-aisladas que están conectadas de forma permanente o que pueden estar separadas entre sí, por ejemplo, conectándolas temporalmente con un adhesivo apropiado. (F) puede comprender también partes adicionales, tales como cables, tubos, enlaces, etc., que se requieren para la aplicación deseada, tales como conducciones de control para tuberías de aplicaciones solares.

Es una clara ventaja del material reivindicado, el hecho de que proporciona un aislamiento térmico fiable y sostenible a temperaturas que llegan hasta 450ºC cuando es aplicado en forma de sistema (C)/(A)/(X) y, como mínimo, hasta temperaturas de 300ºC cuando se aplica como sistema (A)/(X).

Otra ventaja básica del material reivindicado es el hecho de que es flexible y fácil de montar y de desmontar, incluso cuando se aplica en acodamientos de aislamiento, válvulas, valonas, etc.

Otra importante ventaja del material reivindicado es que las características de aislamiento son muy constantes en un amplio rango de temperatura.

Otra ventaja del material reivindicado es que no es solamente estable a alta temperatura sino que es flexible también a baja temperatura, dado que la temperatura de transición a estado vítreo de los polisiloxanos se encuentra por debajo de 100ºC.

Otra ventaja del material reivindicado es que su composición permitirá su utilización en aplicaciones de interiores y también de exteriores, dado que proporciona resistencia al medioambiente y estabilidad frente UV, y también como composición no tóxica y que no produce olores.

Una ventaja resultante del material reivindicado es que es apropiado para la protección del medio ambiente, dado que no comprende ni libera sustancias dañinas, no afecta al agua o al suelo, dado que puede ser mezclado o dotado de cargas, que consisten en materiales de desperdicio o reciclados del mismo tipo en una importante medida, sin perder de manera significativa sus características relevantes.

Otra ventaja del material reivindicado es que no se necesitan ftalatos como plastificantes, ni PVC u otros materiales halogenados como ingredientes que se encuentran parcialmente en discusión y parcialmente están prohibidos por la misma razón.

Otra ventaja del material reivindicado es la posibilidad de adaptar sus características al perfil de propiedades deseado (referente a aislamiento, resistencia mecánica, etc.) expansionándolo formando una estructura celular de material esponjoso apropiada o densificándolo aplicando combinaciones de capas apropiadas.

Es una importante ventaja del material reivindicado el que pueda ser fabricado de manera económica en una mezcla de una sola etapa y un proceso de conformación de una sola etapa, por ejemplo, por moldeo, extrusión y otros métodos de conformación. Muestra versatilidad en posibilidades de fabricación y aplicación. Puede ser extruído, coextruído, laminado, moldeado, co-moldeado, etc. en forma de elemento único o de multicapa y por lo tanto, puede ser aplicado en conformación sin restricciones.

Otra ventaja del material reivindicado es que puede ser transformado y puede recibir la forma mediante métodos estándar ampliamente conocidos en la industria y que no requiere equipos especializados.

Otra ventaja adicional del material reivindicado es el hecho de que es fácilmente coloreable, por ejemplo en color rojo, para indicar calor.

Otra ventaja importante del material reivindicado es que facilita propiedades de amortiguación acústica incorporadas, especialmente cuando no se utiliza el efecto de endurecimiento descrito para (A): el material flexible absorberá sonido por dispersión viscosa en la matriz, lo que no ocurre en sistemas rígidos o no celulares.

Otra ventaja de la utilización del material reivindicado para aplicaciones que requieren resistencia a alta temperatura, a temperaturas de aplicación de >200ºC ó >300ºC, respectivamente, tal como para tubos para instalaciones térmicas solares y aislamiento de depósitos, aislamiento industrial térmico y/o acústico, por ejemplo para tubos de fluidos a elevada temperatura y aislamiento de depósitos o reactores para aplicaciones interiores y/o exteriores.

La densidad ha sido comprobada mediante ISO 845; LOI por ISO 4589; la conductividad térmica por EN 12667; la clasificación de llama de acuerdo con EN 13501/EN 13823.

Ejemplos

Para los siguientes ejemplos se produjo por extrusión una hoja de 19 mm de grosor y 30 cm de altura y un tubo de 19 mm de grosor y varios diámetros internos, por extrusión, expansión y reticulación de un compuesto de goma correspondiente:

Capa (A): Armaprene®UHT, basada en polisiloxano, tubo: 25 mm de diámetro interno;

Capa (B): Armaprene®HT, basado en EPDM, tubo: 63 mm de diámetro interno;
ambos de Armacell GmbH, Alemania.

Para la capa de aislamiento de polietileno para la capa (B'') se extrusionó material correspondiente y se expandió por formación física de material esponjoso (Tubolit®, Armacell sro, Sroda Slaska, Polonia). Los respectivos materiales se utilizaron también como modelos en forma de capas independientes.

Ejemplo 1: Características de aislamiento

La densidad fue comprobada por ISO 845; LOI por ISO 4589; la conductividad térmica por EN 12667; la clasificación frente a la llama de acuerdo con EN 13501/EN 13823. Para sistemas multicapa se escogió un grosor de 19 mm.

Tabla 1. Propiedades físicas

	(A)*	(B')	(B'')	(A)/(B')*	(A)/(B')/(B'')*	(A)/(B'')*
Densidad[kg/m3]	83	82	35	-	-	-
LOI	40	32	26	36	33	29
Conductividad térmica a 0 °C [W/mK]	0,044	0,039	0,036	-	-	-
Clasificación frente a la llama	C S1 d0	D S3 d0	D/E S1 d1	D S2 d0	D S1 d0	D S1 d0

* Ejemplo innovativo

Ejemplo 2: Envejecimiento térmico cíclico

Se montó material de tubo con 19 mm de grosor y 1 metro de longitud sobre un tubo de acero inoxidable de 1" (2,54 cm) de diámetro, como sistema independiente o en combinación con otros materiales. El tubo fue calentado hasta 300ºC por aceite térmico y se dejó a dicha temperatura durante 18 horas. Después se dejó enfriar hasta temperatura ambiente y se aplicó el mismo ciclo. Este fue repetido 60 veces en total. El material fue cargado durante 1000 horas a 300ºC, o durante ~1300 horas a más de 200ºC, respectivamente.

Tabla 2: Características después de envejecimiento térmico cíclico.

	Ejemplo innovativo	Ejemplo comparativo	Grado de rigidificación	Fragilidad	Estructura de las celdas
(A)	X		bajo	no	se mantiene
(B')		X	alto	muy alto	60 % se mantiene
(B'')		X	se funde	se funde	100 % se destruye
(A)/ (B')	X		(A): bajo (B'): bajo	(A): no (B'): bajo	(A): se mantiene (B'): se mantiene
(A)/ (B')/ (B'')	X		(A): bajo (B'): bajo (B''): no	(A): no (B'): bajo (B''): no	(A): se mantiene (B'): se mantiene (B''): se mantiene
PEX*		X	descomposición	alto	80 % se destruye
Q**		X	medio	medio	90 % se mantiene

* PEX: polietileno reticulado, grosor ¾" (19,1 mm) (OleTex®, Armacell LLC, South Holland, U.S.A.)
**Q: espuma de silicona estándar, grosor de 20 mm, densidad 300 kg/m^3 (MagniCell® LEV 250, MTI Leewood, Bremen, Alemania).

Ejemplo 3: Envejecimiento estático con calor elevado

Se midieron muestras de hoja plana de un grosor de ~19 mm en cuanto a su grosor exacto y se colocaron en una placa de calentamiento de laboratorio Mettler y se comprimieron mediante un peso de hierro para conseguir aproximadamente 10% de compresión (2 mm) tal como se aplica en un montaje real. La placa fue calentada a 400ºC durante 500 horas. El peso de hierro fue retirado después de dejar enfriar y la deformación permanente fue medida (100%= deformación permanente de 2 mm).

Tabla 3: Propiedades después de envejecimiento térmico estático.

	Ejemplo innovativo	Ejemplo comparativo	Grado de rigidificación	Fragilidad	Estructura de la celda	Deformación permanente
(A)	X		alto	bajo	se mantiene	40 %
(B')		X	descomposición	pulverizado	100 % se destruye	>100 %
(B'')		X	se funde	se funde	100 % se destruye	>100 %
(A)/ (B')	X		(A): alto (B'): medio	(A): bajo (B'): bajo	(A): se mantiene (B'): se mantiene	(A): 40 % (B'): 40 %
(A)/ (B')/ (B'')	X		(A): alto (B'): bajo (B''): no	(A): bajo (B'): bajo (B''): no	(A): se mantiene (B'): se mantiene (B''): se mantiene	(A): 40 % (B'): 30 % (B''): 20 %
PEX*		X	descomposición	descomposición	100 % se destruye	>100 %
Q**		X	alto	alto	80 % se destruye	100 %

* PEX: polietileno reticulado, grosor ¾" (19,1 mm) (OleTex®, Armacell LLC, South Holland, U.S.A.)
**Q: espuma de silicona estándar, grosor de 20 mm, densidad 300kg/m^3 (MagniCell® LEV 250, MTI Leewood, Bremen, Alemania).

REIVINDICACIONES

1. Material de aislamiento térmico y/o de sonido, que comprende como mínimo una capa (A) de una mezcla de polímero de polisiloxano de alta consistencia, reticulado y químicamente expandido (HCR) en el que los polímeros de polisiloxano de la mezcla de polisiloxano tienen un contenido de vinilo mínimo de 1%, de manera especialmente preferente más de 2,5%, y en el que la reticulación es conseguida por peróxidos y/o compuestos de azufre y/o óxidos metálicos, preferentemente por reticulación basada en azufre y/o en un óxido metálico, y en el que la mezcla de polisiloxano es expandida hasta un contenido de celdas cerradas mínimo de 80% y una densidad menor de 350kg/m^3, preferentemente menos de 150 kg/m^3, de acuerdo con ISO 845 y la mezcla de polisiloxano expandida y reticulada muestra una conductividad térmica menor de 0,15 W/mK a 0ºC, preferentemente menor de 0,051 W/mK a 0ºC de acuerdo con EN 12667.

2. Material, según la reivindicación 1, que comprende un sistema de estabilización y/o reversión térmica.

3. Material, según la reivindicación 1 ó 2, en el que el material muestra estructuras nervadas sobre una o ambas superficies de la capa (A).

4. Material, según una de las reivindicaciones 1-3, en el que el material comprende como mínimo una capa de protección (C) en el interior para impedir daños por calor y/o mecánicos.

5. Material, según una de las reivindicaciones 1-4, en el que el material comprende como mínimo una capa de aislamiento adicional (B) en el exterior para mejorar las características de aislamiento, resistencia térmica y para reducir costes.

6. Material, según la reivindicación 5, en el que un polímero de etileno-propileno o de etileno-propileno-dieno actúa como capa de aislamiento y de resistencia térmica (B) que muestra como mínimo 80% de contenido de celdas cerradas con una densidad menor de 150 kg/m^3, preferentemente menor de 80 kg/m^3 y una conductividad térmica no superior a 0,040 W/mK a 0ºC.

7. Material, según una de las reivindicaciones 1-6, en el que el material comprende capas adicionales (D) para protección, barrera y de pantalla en y/o por debajo y/o dentro de otras capas (A, B, C).

8. Conducción o tubo recubierto por el material según una de las reivindicaciones 1-7.

9. Utilización del material, según una de las reivindicaciones 1-7 o conducción o tubo según la reivindicación 8, para aplicaciones que requieren resistencia a alta temperatura a temperaturas de aplicación >200ºC.

10. Utilización, según la reivindicación 9, para aplicaciones que requieren resistencia a alta temperatura a temperaturas de aplicación >300ºC.

Figura 1

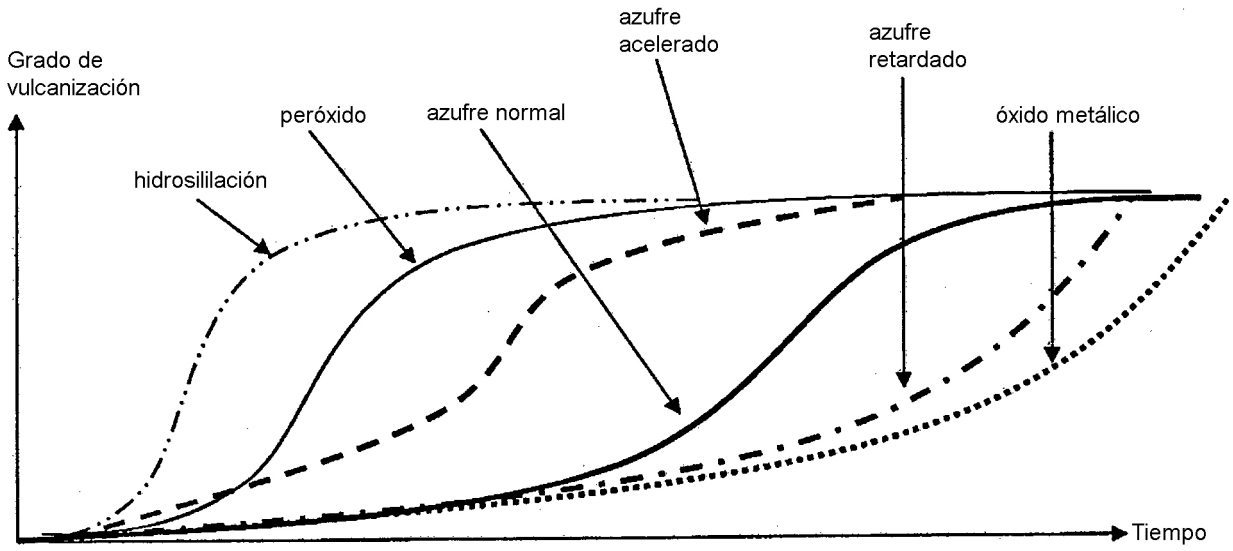


Figura 2

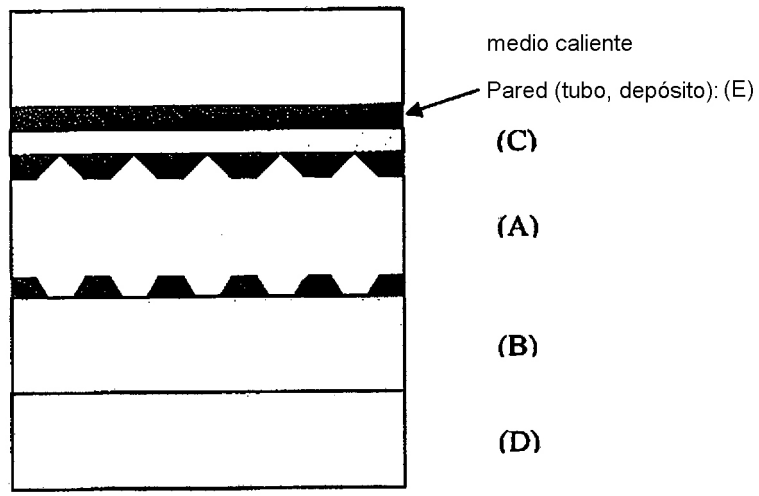


Figura 3

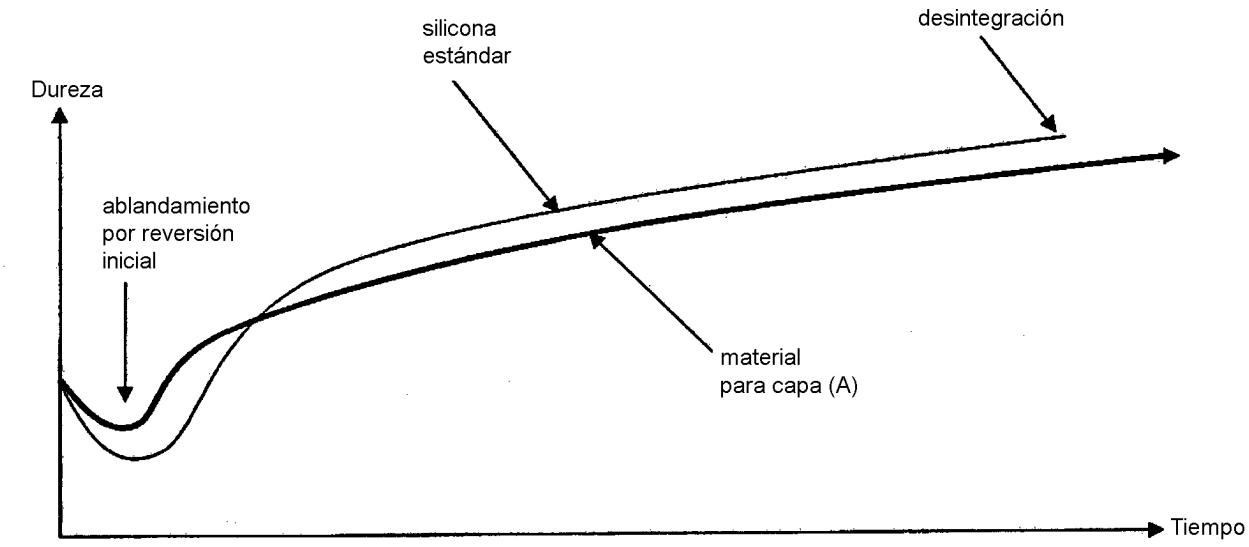
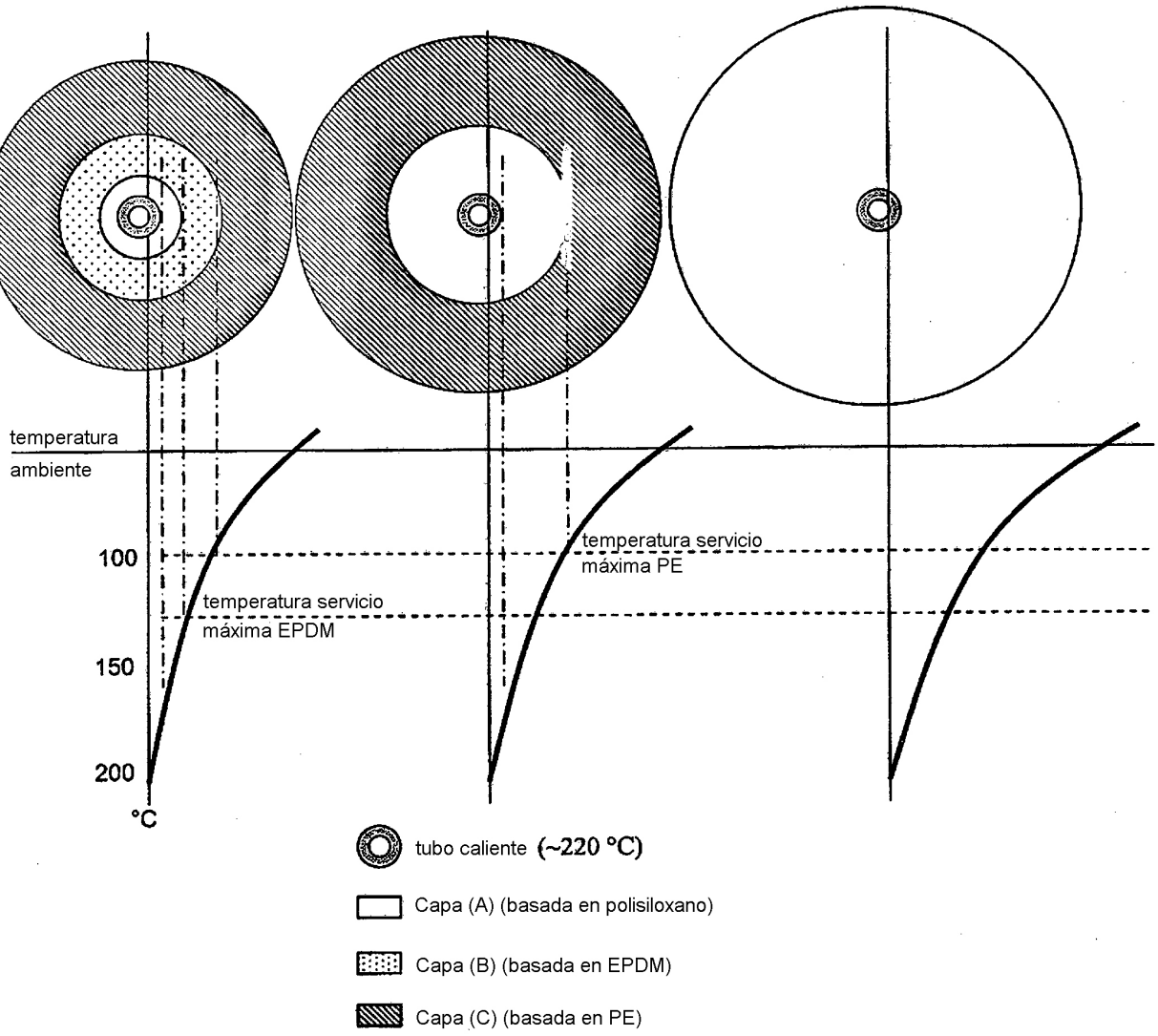

Dureza
silicona
estándar
desintegración
ablandamiento
por reversión
inicial
material
para capa (A)
Tiempo

Figura 4


temperatura
ambiente
100
150
200
°C
temperatura servicio
máxima EPDM
temperatura servicio
máxima PE
tubo caliente (~220 °C)
Capa (A) (basada en polisiloxano)
Capa (B) (basada en EPDM)
Capa (C) (basada en PE)