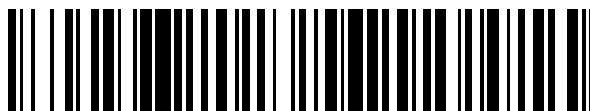


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 561 206**

51 Int. Cl.:

C08J 9/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.04.2009** **E 09738211 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.12.2015** **EP 2274369**

54 Título: **Espumas de poliestireno con un bajo contenido de metal**

30 Prioridad:

02.05.2008 EP 08155586

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.02.2016

73 Titular/es:

**BASF SE (100.0%)
67056 Ludwigshafen, DE**

72 Inventor/es:

**BRAUN, FRANK;
BELLIN, INGO y
HAHN, KLAUS**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 561 206 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

Espumas de poliestireno con un bajo contenido de metal

- La presente invención se refiere a un polímero de estireno expandible (EPS por expandable styrene polymer) que contiene al menos un agente ignífugo como componente (A), 0,01 a 0,8 % en peso, respecto del componente (A), de al menos un metal como componente (B) y partículas atómicas como componente (C), a un proceso para la producción de este polímero expandible de estireno, a partículas de polímero expandido de estireno que contiene al menos un agente ignífugo como componente (A), 0,01 a 0,8 % en peso, respecto del componente (A), de al menos un metal como componente (B) y a partículas atómicas como componente (C), a un proceso para la producción de estas partículas expandidas de polímero de estireno, a una espuma que puede producirse a partir del polímero expandible de estireno, a un proceso para la producción de esta espuma y al uso de esta espuma para aislamiento térmico de máquinas y aparatos domésticos y como material de empaque.
- Los polímeros expandibles de estireno que contienen al menos un agente ignífugos ya son conocidos del estado de la técnica.
- La JP 2005-00 22 68 A1 divulga una espuma a base de estireno que contiene polvo de grafito en calidad de partículas atómicas. La espuma tiene una densidad de 10 a 100 kg/m² y un radio de celda promedio de 20 µm a 1000 µm.
- La WO 2004/087798 A1 divulga un polímero expandible aromático de vinilo y un proceso para su producción. De acuerdo con el documento mencionado este polímero contiene una matriz a base de monómeros aromáticos de vinilo, 1 a 10 % en peso de un agente propelente y 0,01 a 20 % en peso, respecto del polímero, negro de humo como partículas atómicas.
- La EP 0 981 575 B1 divulga un proceso para producir polímeros expandibles de estireno que contienen partículas de grafito mediante polimerización de estireno en suspensión acuosa en presencia de partículas de grafito.
- La WO 97/45477 A1 divulga polímeros expandibles de estireno que contienen partículas de negro de humo. Las partículas de negro de humo se encuentran en una cantidad de 0,05 a 25 % en peso en distribución homogénea. Los polímeros de estireno pueden contener adyuvantes y aditivos habituales y conocidos, por ejemplo agentes ignífugos, agentes de nucleación, estabilizantes de radiación ultravioleta, agentes de transferencia de cadena, propelentes, plastificantes, pigmentos y antioxidantes. Los polímeros también contienen agentes ignífugos, principalmente aquellos a base de compuestos orgánicos de bromo.
- La US 2006/276557 A1 divulga polímeros expandibles aromáticos de vinilo y un proceso para su producción. Los polímeros contienen 0,01 a 20% en peso de negro de humo, el cual está distribuido de manera homogénea en la matriz polimérica, con un diámetro promedio de 30 a 2000 nm, un área de 5 a 40 m²/g, un contenido de azufre de 0,1 a 1000 ppm y un contenido de cenizas de 0,001 a 1 %. Los polímeros también pueden contener aditivos habituales, por ejemplo pigmentos, estabilizantes, agentes ignífugos, reactivos antiestáticos, antiadherentes, etcétera.
- La EP 0 915 127 A2 divulga polímeros expandidos de estireno que contienen partículas atómicas en distribución homogénea y un agente para tratamiento hidrófugo como recubrimiento. Los agentes para tratamiento hidrófugo adecuados son carboxilatos de aluminio, zirconio y hafnio en forma de soluciones acuosas.
- La US 2004/039073 A1 divulga polímeros expandibles de estireno que contienen partículas de carbono. Como propelentes los polímeros de estireno contienen 2,2 a 6% en peso de pentano y 1 a 10 % en peso de agua. Los polímeros de estireno también pueden contener aditivos habituales como agentes ignífugos, agentes de nucleación, estabilizantes de radiación ultravioleta y antioxidantes.
- La DE 198 28 250 A1 divulga esferas de espuma de poliestireno para placas de drenaje. Estas pueden contener grafito como partículas atómicas.
- Lo desventajoso en los procesos del estado de la técnica o en los polímeros expandibles de estireno que se conocen es que la presencia de metales con frecuencia tiene una influencia en la producción y, por lo tanto, en las propiedades de las espumas de poliestireno. A manera de ejemplo, en el caso de la polimerización por radicales libres en suspensión, el desarrollo de la reacción depende del contenido de metal de la solución de reacción. Además, en el caso de la producción por extrusión es posible que debido a la alta temperatura tenga lugar una descomposición incrementada de los polímeros. Por estos efectos adversos de los metales presentes durante la producción, se obtienen espumas que contienen estireno que tienen solamente un perfil de propiedades insatisfactorio, por ejemplo respecto de sus propiedades mecánicas. Además, la conducta ante el fuego de las espumas de poliestireno ignífugas puede verse afectada negativamente cuando se usan agentes ignífugos si en la espuma se encuentran presentes metales en cantidades demasiado grandes.

Por lo tanto, un objeto de la presente solicitud es suministrar polímeros expandibles de estireno, ignífugos, los cuales presentan propiedades mejoradas en comparación con los polímeros expandibles de estireno conocidos del estado de la técnica, principalmente propiedades mecánicas o un efecto inhibidor de llama. Principalmente, un objeto de la presente invención es suministrar polímeros expandibles de estireno que muestren un comportamiento ventajoso frente al fuego, incluso cuando estén presentes partículas atómicas en los copolímeros de estireno.

Estos objetivos se logran mediante un polímero expandible de estireno que contiene al menos un agente ignífugo como componente (A), 0,01 a 0,8 % en peso, respecto del componente (A), de al menos un metal como componente (B) y partículas atómicas como componente (C).

En una modalidad particularmente preferida el polímero de estireno es un homopolímero de estireno o un copolímero de estireno con hasta 40% en peso, respecto del peso del polímero, de al menos otro monómero etilénicamente insaturado, principalmente alquilo-estirenos, por ejemplo divinilobenceno, para-metil-alfa-metilestireno, alfa-metilestireno o acrilonitrilo, butadieno, acrilatos o metacrilatos. También son posibles mezclas de poliestireno con otros polímeros, principalmente con caucho y éter de polifenileno.

En una modalidad particularmente preferida el polímero de estireno expandible de la invención se selecciona del grupo compuesto por copolímeros de estireno, poliestireno resistente al impacto, polímeros de estireno-acrilonitrilo (SAN), polímeros de estireno-acrilonitrilo-butadieno (ABS), copolímeros de acrilonitrilo-estireno-acrilato (ASA), polímeros de metacrilato-butadieno-estireno (MBS), polímeros de metilmetacrilato-acrilonitrilo-butadieno-estireno (MABS), polímeros de alfa-metilestireno-acrilonitrilo (AMSAN), polímeros de para-metil-alfa-metilestireno-acrilonitrilo (MAMSAN) y mezclas de los mismos. En una modalidad preferida se emplea poliestireno.

Es posible que estén presentes mezclas de dos o más de los polímeros de estireno mencionados. Los polímeros empleados tienen en general un peso molecular promedio ponderado de 50000 a 500000 g/mol, preferiblemente 70000 a 400000 g/mol.

El polímero expandible de estireno según la invención contiene al menos un agente ignífugo como componente (A). El agente ignífugo, al menos uno, se selecciona de compuestos o sustancias que contienen halógeno o fósforo. Como agente ignífugo se emplean de manera particularmente preferida compuestos orgánicos de bromo. Los compuestos orgánicos de bromo deben presentar un contenido de bromo ≥ 40 % en peso. Principalmente son adecuados los compuestos alifáticos, cicloalifáticos y aromáticos de bromo tales como hexabromociclododecano (HBCD), pentabromomonoclorociclohexano, éter de pentabromofenilalilo, 2,2',6,6'-tetrabromobisfenol, éter de A-bisalilo, N-2,3-dibromopropil-4,5-dibromohexahidroftalimida y mezclas de los mismos.

Sustancias o compuestos adecuados que contiene fósforo son, por ejemplo, fosfatos tales como trimetilfosfato, trietilfosfato, tributilfosfato, tributoxiethylfosfato, trifenilfosfato, tricresilfosfato, tris(cloroetil)fosfato, tris(dicloropropil)fosfato, tris(cloropropil)fosfato o tris(2,3-dibromopropil)fosfato, o fósforo rojo.

De acuerdo con la invención también pueden emplearse mezclas de los agentes ignífugos mencionados. En una modalidad particularmente preferida, el agente ignífugo, al menos uno, es hexabromociclododecano (HBCD).

El efecto de los agentes ignífugos que contienen bromo se mejora considerablemente adicionando compuestos orgánicos C-C- o O-O-lábiles. Ejemplos de tales agentes sinérgicos ignífugos son dicumilo peróxido de dicumilo. Una combinación preferida contiene 0,1 a 5 % en peso, respecto del polímero expandible de estireno, de compuestos orgánicos de bromo y 0,05 a 1,0 % en peso, respecto del polímero expandible de estireno de los compuestos orgánicos C-C- o O-O-lábiles.

El polímero expandible de estireno de acuerdo con la invención contiene 0,01 a 0,8 % en peso, preferible 0,02 a 0,5 % en peso, cada caso respecto del componente (A), de al menos un metal como componente (B).

El metal, al menos uno, que está presente como componente (B), puede presentarse en forma elemental o como compuesto. La indicación de cantidad siempre se refiere en este caso de acuerdo con la invención al metal en forma elemental, determinado por ejemplo mediante análisis elemental. Si se encuentran presentes varios metales en el polímero expandible de estireno según la invención, las indicaciones de cantidad se refieren a la suma de los metales presentes.

Las cantidades presentes en el polímero expandible de estireno según la invención de al menos un agente ignífugo como componente (A) y al menos un metal como componente (B) dan lugar a una proporción en peso de al menos un agente ignífugo al menos un metal el cual es, en general, mayor que 50, preferiblemente mayor que 100, particularmente preferible mayor que 125 y muy particularmente preferible mayor que 200. En el polímero expandible de estireno de acuerdo con la presente invención, la cantidad de agente ignífugo presente, al menos uno, se acopla a la cantidad de metal presente. Si en el polímero de estireno según la invención está presente menos metal, la cantidad de al menos un agente ignífugo también puede seleccionarse baja. Si se encuentra presente relativamente mucho metal en el polímero de estireno de la invención, entonces la cantidad de al menos un agente ignífugo también tiene que adaptarse de manera correspondiente para que puedan lograrse las ventajas de la invención. En

cada caso, en el polímero expandible de estireno según la invención a lo sumo se encuentra presente 0,8 % en peso de metal, respecto del componente (A), en calidad de componente (B).

De acuerdo con la invención se prefiere que el metal, al menos uno, no se adicione de manera extra al polímero de estireno, sino que el metal que está presente, opcionalmente pase en términos generales como impureza al polímero expandible de estireno según la invención. A manera de ejemplo, los metales pasan al producto por abrasión de aceros, por ejemplo del extrusor, tanque, tamices, etcétera, durante la producción de polímero expandible de estireno, de manera mecánica y/o por corrosión. Otra fuente del metal presente opcionalmente en el polímero expandible de estireno de acuerdo con la invención son las sustancias introducidas a la reacción para preparar el polímero de estireno, por ejemplo las partículas atómicas presentes, por ejemplo grafito o negro de humo.

El metal, al menos uno, presente opcionalmente en el polímero expandible de estireno según la invención, se selecciona preferiblemente del grupo compuesto por aluminio, titanio, escandio, vanadio, cromo, manganeso, hierro, cobalto, níquel, cobre, itrio, zirconio, niobio, molibdeno, rutenio, rodio, paladio, plata, hafnio, tantalio, wolframio, renio, osmio, iridio, platino, oro, cerio y mezclas de los mismos. En una modalidad particularmente preferida del polímero de estireno según la invención el metal, al menos uno, se selecciona del grupo compuesto por hierro, cobre, molibdeno, zirconio y mezclas de los mismos.

Gracias a la muy pequeña cantidad, según la invención, de al menos un metal, respecto del agente ignífugo, al menos uno, en el polímero de estireno, éste se caracteriza por muy buenas propiedades mecánicas conjuntamente con un buen aislamiento y alta protección contra la llama. La protección contra la llama particularmente buena de los polímeros de estireno expandibles de la invención puede expresarse, por ejemplo, en que estos pasan la prueba de incendio B2 de acuerdo con DIN 4102. Las ventajas de los polímeros expandibles de estireno según la invención también dan lugar a estas propiedades ventajosas en los polímeros expandidos de estireno de acuerdo con la invención o en las espumas que pueden producirse a partir de estos polímeros expandibles de estireno.

El polímero expandible de estireno según la invención contienen partículas atómicas como componente (C), seleccionadas por ejemplo del grupo compuesto por óxidos de no metales, por ejemplo carbono, por ejemplo negro de humo, grafito, diamante y colorantes orgánicos o pigmentos colorantes y mezclas de los mismos. Como colorantes orgánicos se toman en cuenta principalmente aquellos que muestran un comportamiento absorbente y/o reflector en la región infrarroja. Los materiales mencionados previamente pueden utilizarse respectivamente solos o también en combinación, es decir en forma de una mezcla de varios materiales. En una modalidad preferida, las partículas atómicas en el polímero de estireno según la invención son de grafito.

En una modalidad preferida, los negros de humo, grafitos o materiales de carbono usados como partículas atómicas contienen una cantidad menor que 5000 ppm, particularmente preferible menor que 1000 ppm, muy particularmente preferible menor que 500 ppm, principalmente preferible menor que 100 ppm.

El negro de humo que puede emplearse según la invención tiene preferiblemente un tamaño de partícula primaria de 1 a 1000 nm, particularmente preferible de 5 a 500 nm. La absorción de DBP de los negros de humo empleados preferiblemente, medidos según la ASTM D2414, es de 10 a 300 mL/100 g, particularmente preferible de 20 a 200 mL/100 g. El área de los negros de humo empleados preferiblemente es de preferencia de 2 a 400 m²/g, particularmente preferible de 5 a 200 m²/g, respectivamente medida según la ASTM D6556.

El grafito que puede utilizarse según la invención tienen de preferencia un tamaño medio de partícula de 0,1 a 50 µm, principalmente de 1 a 12 µm, una densidad aparente de 100 a 800 g/l y un área específica de 1 a 20 m²/g. Pueden emplearse grafito natural, grafito sintético o grafito expandible. El grafito utilizado preferiblemente tiene un contenido de cenizas determinado según la DIN 51903 en general de 0 a 15 % en peso, preferiblemente de 0,005 a 10 % en peso, particularmente preferible de 0,01 a 8 % en peso.

Las partículas atómicas se encuentran en general en el polímero expandible de estireno según la invención en una cantidad de 0,05 a 30 % en peso, particularmente preferible de 0,1 a 20 % en peso, cada caso respecto del polímero expandible de estireno.

Las partículas atómicas que pueden emplearse según la invención como componente (C) pueden ser de forma regular o irregular. Las partículas atómicas pueden producirse de acuerdo con todos los métodos conocidos por el experto en la materia y/o pueden obtenerse comercialmente.

Los polímeros expandibles de estireno según la invención pueden contener además los adyuvantes y aditivos habituales y conocidos por el experto en la materia, por ejemplo agentes de nucleación, estabilizantes frente a la luz ultravioleta, agentes de transferencia de cadena, propelentes, plastificantes, productos para revestimiento, agentes de efecto hidrófugo y/o antioxidantes. De acuerdo con la invención en este caso debe prestarse atención a que el contenido de al menos un metal no sobrepase 0,01 a 0,8 % en peso, respecto del agente ignífugo, al menos uno. En una modalidad preferida, el polímero expandible de estireno no contiene materiales de carga, principalmente no contiene materiales de carga que contengan metal, es decir que la cantidad de materiales de carga, principalmente

materiales de carga que contienen metal, se encuentra en el polímero expandible de estireno según la invención por debajo del límite de detección analítica. Los métodos analíticos adecuados son conocidos por el experto en la materia.

5 La presente invención también se refiere a un proceso para producir el polímero expandible de estireno según la invención mezclando el polímero expandible de estireno y el agente ignífugo, al menos uno, como componente (A) y las partículas atómicas como componente (C), en cuyo caso se encuentran presentes 0,01 a 0,8 % en peso, respecto del componente (A), de al menos un metal como componente (B).

10 El mezclado del polímero de estireno, al menos uno, con al menos un agente ignífugo, las partículas atómicas y opcionalmente con otros componentes se efectúa preferiblemente de acuerdo con uno de los métodos descritos a continuación.

15 En una modalidad preferida se mezcla el agente ignífugo, al menos uno, las partículas atómicas y opcionalmente otros componentes con una fusión del polímero de estireno, por ejemplo en un extrusor. En este caso al material fundido se dosifica simultáneamente un agente propelente. El agente ignífugo, al menos uno, las partículas atómicas y opcionalmente los otros componentes también pueden incorporarse a un material fundido del polímero de estireno que contiene el propelente, en cuyo caso es ventajoso usar fracciones marginales retiradas mediante
20 cribado de un rango de perlas de las perlas de poliestireno producidas en una reacción de polimerización en suspensión que contienen propelente. El poliestireno fundido que contiene propelente, al menos un agente ignífugo, partículas atómicas y opcionalmente otros componentes es extrudido y triturado para obtener un material granulado que contiene propelente. Puesto que el grafito en particular tiene un gran efecto de nucleación, el producto debe enfriarse rápidamente a presión después de la extrusión a fin de evitar el espumado. Por lo tanto, es ventajoso realizar la granulación bajo el agua a presión. Si el polímero fundido no se trata a presión, ocurre el espumado del polímero expandible de estireno lo cual da lugar a la formación de partículas de polímero expandido de estireno o espuma. En una modalidad preferida este espumado directo sucede por medio de extrusión del material fundido que comprende propelente a través de una boquilla correspondiente, de modo que se forman las placas de espuma
25 directamente en el tamaño deseado a partir del polímero expandible de estireno. En otra modalidad, el material fundido es extrudido a través de otra boquilla adecuada para formar gránulos expandidos, compuestos del polímero expandible de estireno.

La presente invención también se refiere, por lo tanto, a la preparación de partículas expandidas de polímero de estireno según la invención, en cuyo caso se hace espumar un polímero expandible de estireno según la invención.

30 La presente invención también se refiere a partículas expandidas de polímero de estireno que contienen al menos un agente ignífugo como componente (A), 0,01 a 0,8 % en peso, respecto del componente (A), de al menos un metal como componente (B) y partículas atómicas como componente (C), que pueden producirse de manera preferida de acuerdo con el proceso de la invención. Respecto de las características individuales y las modalidades preferidas, para las partículas expandidas de polímero de estireno de la invención se aplica lo dicho referente a las partículas de
35 polímero expandible de estireno.

También es posible adicionar el propelente en una etapa separada de un proceso a los polímeros de estireno que contienen el agente ignífugo, al menos uno, las partículas atómicas, opcionalmente, otros componentes. En este caso los gránulos se impregnan preferiblemente en suspensión acuosa con el propelente.

40 El agente ignífugo, al menos uno, las partículas atómicas y opcionalmente los otros componentes pueden adicionarse directamente al polímero fundido. También es posible adicionar el agente ignífugo, al menos uno, las partículas atómicas y opcionalmente los otros componentes al material fundido en forma de un concentrado en el poliestireno correspondiente. Sin embargo es preferible que los gránulos de poliestireno y el agente ignífugo, al menos uno, las partículas atómicas y opcionalmente los otros componentes se adicionen conjuntamente a un extrusor y que el polímero se funda y se mezcle con el agente ignífugo, al menos uno, las partículas atómicas y,
45 opcionalmente, los otros componentes.

Básicamente también es posible incorporar el agente ignífugo, al menos uno, las partículas atómicas y opcionalmente los otros componentes durante el desarrollo de la polimerización en suspensión. Pueden adicionarse en este caso a los monómeros antes de la suspensión o pueden adicionarse a la mezcla de reacción durante el transcurso de la polimerización, preferiblemente durante la primera mitad del ciclo de polimerización. El propelente se adiciona preferiblemente durante el curso de la polimerización aunque también puede adicionarse al polímero
50 después. Para la estabilidad de la suspensión es favorable si al comienzo de la polimerización en suspensión está presente una solución del polímero o de un copolímero correspondiente en el monómero o de la mezcla de monómero y del comonómero o de los comonómeros correspondientes. En este caso se parte preferiblemente de una solución de poliestireno en estireno, en cuyo caso la concentración del poliestireno en estireno es en términos generales de 0,5 a 30 % en peso, preferiblemente de 5 a 20 % en peso. En este caso se disuelve poliestireno recién
55 preparado en estireno, pero de manera conveniente se emplean las llamadas fracciones marginales, que son perlas demasiado grandes o demasiado pequeñas que se retiran mediante cribado cuando el rango de perlas producidas durante la producción de poliestireno expandible es fraccionado. En la práctica, estas fracciones marginales no

utilizables tienen diámetros mayores a 2,0 mm o menores que 0,2 mm. También es posible usar poliestireno reciclado y espuma de poliestireno reciclada. Otra posibilidad consiste en polimerizar previamente el estireno en sustancia hasta una conversión de 0,5 a 70% y suspender el prepolímero conjuntamente con las partículas atómicas en la fase acuosa y completar la polimerización.

- 5 El propelente se adiciona en las cantidades habituales de aproximadamente 1 a 10 % en peso, respecto del peso del polímero termoplástico. Como propelente habitualmente se emplean hidrocarburos alifáticos con 3 a 10, de preferencia 4 a 6 átomos de carbono, por ejemplo n-pentano, iso-pentano o mezclas de los mismos.

- 10 El polímero expandible de estireno según la invención puede procesarse en espumas con densidades preferiblemente de 5 a 200 g/l, particularmente preferible de 8 a 100 g/l y principalmente de 10 a 80 g/l. Por lo tanto, la presente invención también se refiere a una espuma que puede producirse a partir del polímero expandible de estireno según la invención.

- 15 En una modalidad preferida, la espuma según la invención tiene una densidad de ≤ 35 g/l y una conductividad térmica que se disminuye hasta que satisface los requisitos de la clase de conductividad térmica 035 (según DIN 18164, parte 1. Tab. 4). La presente invención también se refiere a un proceso para producir espumas produciendo un polímero expandible de estireno según la invención.

- 20 El espumado del polímero expandible de estireno que contiene propelente para producir espumas también se efectúa habitualmente de acuerdo con el proceso conocido en el estado de la técnica, mediante un espumado previo en una primera etapa con vapor de agua en pre-expansores abiertos o cerrados para producir los correspondientes polímeros expandidos de estireno. Las partículas expandidas tienen en términos generales un tamaño de partícula medio de 0,5 a 10 mm, principalmente de 1 a 8 mm. La presente invención también se refiere a los polímeros expandidos de estireno que contienen el agente ignífugo, al menos uno, y opcionalmente otros componentes. Los polímeros expandidos de estireno, esfumados previamente, de la invención en forma de partículas o de perlas se funden luego en una segunda etapa por medio de vapor de agua en moldes permeables al gas para producir piezas moldeadas o placas.

- 25 La presente invención también se refiere a la utilización de espumas de la invención para aislar térmicamente edificios o partes de edificios, por ejemplo, tal como en el aislamiento perimetral, por ejemplo. Las espumas de la invención pueden aplicarse en este caso tanto al lado externo como también al lado interno de las piezas que van a aislarse.

- 30 La presente invención también se refiere a la utilización de espumas según la invención para aislar térmicamente máquinas y aparatos domésticos, por ejemplo estufas, refrigeradores, congeladores, calentadores de agua o recipientes aislados.

- 35 La presente invención también se refiere a la utilización de espumas de acuerdo con la invención en calidad de material de empaque. En este caso la espuma puede utilizarse en forma de partículas de modo que el artículo que vaya a empacarse se encuentre en un lecho suelto. También es posible que se produzca una pieza de trabajo de una sola parte a partir de la espuma de la invención en la cual se incruste el artículo que vaya a empacarse.

Ejemplos

Ejemplo 1 (comparación):

- 40 En 3100 g de estireno se disolvieron 600 g de fracción marginal de EPS y 110 g de grafito pulverizado (tamaño de grano d_{50} : 4,5 μ m; densidad aparente 200 g/L; cenizas determinadas según DIN 51903: 3,5 % en peso) se suspenden de manera homogénea adicionando a la mezcla 2 g de peroctoato de ter-butilo y 17 g de peróxido de dicumilo así como 35 g de hexabromociclododecano (HBCD). La fase orgánica se reintroduce a 4,5 L de agua totalmente desmineralizada en un tanque agitado de 10 L. La fase acuosa contiene 18 g de tiro fosfato de sodio y 17 g de sulfato de magnesio. La suspensión se calienta durante 150 minutos a 110 °C. Después se adiciona 1 g de emulsionante E30/40 (Leuna-Tenside GmbH). Después de otros 80 minutos se dosifican 220 g de pentano y se polimeriza a 134 °C. Después de separar la fase acuosa y cribar a continuación se obtienen partículas expandibles.

- 45 El contenido de metal respecto de HBCD, es de 2,8 % en peso.
- 50 Las partículas son espuma das previamente con vapor de agua y después del almacenamiento de un día se funden mediante tratamiento adicional con vapor de agua en un molde cerrado para producir bloques de espuma con una densidad de 15,1 g/L. La conductividad térmica de acuerdo con DIN 52612 es de 31,5 mW/(m*K). No se aprobó la prueba B2 según la DIN 4102.

La tensión compresiva a 10% de compresión es insuficiente y es de 50 kPa según DIN EN 826.

Ejemplo 2 (de acuerdo con la invención):

El ensayo se realiza tal como se describe en el ejemplo 1 pero se emplean 110 g de grafito con un tamaño de grano d_{50} de 4,6 μm , una densidad aparente de 200 g/L y un contenido de cenizas determinado según DIN 51903, de 2 % en peso. El contenido de metal respecto de HBCD es de 0,2 % en peso. La conductividad térmica a una densidad de 15,3 g/L es de 31,3 mW/(m*K) según DIN 52612. El ensayo B2 según DIN 4102 fue aprobado.

- 5 La tensión compresiva a 10% de compresión es de 75 kPa según DIN EN 826.

Ejemplo 3 (comparación):

- 10 A una corriente principal de un polímero fundido que contenía propelente, compuesto de poliestireno con un peso molecular medio ponderado de 280000 g/mol, se dosificaron 3,7 % en peso, respecto del poliestireno, de grafito (tamaño de grano 4,7 μm ; densidad aparente 200 g/L; cenizas determinadas según DIN 51903: 3,7 % en peso) y 7 % en peso, respecto del poliestireno, de n-pentano en un extrusor y 2,0 % en peso, respecto de poliestireno de hexabromociclododecano (HBCD), y 0,4 % en peso, respecto de poliestireno, de dicumilo. El polímero fundido resultante se hizo pasar a través de una placa de boquillas y con ayuda de una granulación bajo agua sometida a presión se gránulo en partículas expandibles.

- 15 Se obtienen partículas con un diámetro medio de 1,1 mm. El contenido de metal respecto de HBCD, es de 2,1 % en peso. Las partículas son espuma das previamente con vapor de agua y después del almacenamiento de un día se funden mediante tratamiento adicional con vapor de agua en un molde cerrado para producir bloques de espuma con una densidad de 16,1 g/L. La conductividad térmica según DIN 52612 es de 31,0 mW/(m*K). No se aprobó la prueba B2 según DIN 4102. La tensión compresiva a 10% de compresión es insuficiente y es de 60 kPa según DIN EN 826.

20 Ejemplo 4 (según la invención)

- 25 El experimento se realiza tal como se describe en el ejemplo 3 pero se emplea grafito con un tamaño de grano d_{50} de 4,5 μm , una densidad aparente de 200 g/L y un contenido de cenizas determinado según DIN 51903, de 0,5 % en peso. El contenido de metal respecto de HBCD, es de 0,02 % en peso. La conductividad térmica a una densidad de 16,2 g/L es de 31,0 mW/(m*K) según DIN 52612. Se aprobó la prueba B2 según DIN 4102. La tensión compresiva a 10% de compresión es de 85 kPa según DIN EN 826.

Ejemplo 5 (de acuerdo con la invención)

- 30 El experimento se realiza tal como se describe en el ejemplo 3 pero se emplea grafito con un tamaño de grano d_{50} de 7 μm , una densidad aparente de 300 g/L y un contenido de cenizas determinado según DIN 51903, de 3,5 % en peso. El contenido de metal, respecto de HBCD, es de 0,5 % en peso. La conductividad térmica a una densidad de 16,5 g/L es de 32,8 mW/(m*K) según DIN 52612. Se aprobó la prueba B2 según DIN 4102. La tensión compresiva a 10% de compresión es de 83 kPa según DIN EN 826.

REIVINDICACIONES

1. Polímero expandible de estireno que contiene al menos un agente ignífugo como componente (A), 0,01 a 0,8 % en peso, respecto del componente (A), de al menos un metal como componente (B) y partículas atómicas como componente (C).
- 5 2. Polímero de estireno según la reivindicación 1, caracterizado porque es un homopolímero de estireno o un copolímero de estireno con hasta 40 % en peso, respecto del peso del polímero, de al menos otro monómero etilénicamente insaturado.
3. Polímero de estireno según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque el agente ignífugo, al menos uno, es un compuesto orgánico de bromo.
- 10 4. Polímero de estireno según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el metal, al menos uno, se selecciona del grupo compuesto por hierro, cobre, molibdeno, zirconio y mezclas de los mismos.
5. Polímero de estireno según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el agente ignífugo, al menos uno, es hexabromociclododecano (HBCD).
- 15 6. Polímero de estireno según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque las partículas atómicas son de grafito.
7. Proceso para producir el polímero expandible de estireno según una de las reivindicaciones 1 a 6 mezclando el polímero expandible de estireno, el agente ignífugo, al menos uno, como componente (A) y las partículas atómicas como componente (C), en cuyo caso están presentes 0,01 a 0,8 % en peso, respecto del componente (A), de al menos un metal como componente (B).
- 20 8. Partículas expandidas de polímero de estireno que contienen al menos un agente ignífugo como componente (A), 0,01 a 0,8 % en peso, respecto del componente (A), de al menos un metal como componente (B) y partículas atómicas como componente (C).
9. Proceso para producir una partícula expandida de polímero de estireno según la reivindicación 8, caracterizado porque se hace espumar un polímero expandible de estireno según una de las reivindicaciones 1 a 7.
- 25 10. Espuma, que puede producirse a partir del polímero expandible de estireno según una de las reivindicaciones 1 a 6.
11. Espuma según la reivindicación 10, caracterizado porque esta tiene una densidad de ≤ 35 g/l y una conductividad térmica que se disminuye hasta que satisfaga los requisitos de la clase de conductividad térmica 035 (según la DIN 18164, parte 1. Tab. 4).
- 30 12. Proceso para producir una espuma según la reivindicación 10 produciendo un polímero expandible de estireno según la reivindicación 7 y haciendo espumar este polímero expandible de estireno.
13. Utilización de una espuma según la reivindicación 10 para aislamiento térmico, incluido el aislamiento térmico de máquinas y aparatos domésticos y como material de empaque.